



PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG ODU WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGUNAKAN PELAT BETON PRATEKAN

MUHAMMAD ALI ROFIQ
NRP. 3115 040 610

Dosen Pembimbing 1
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Dosen Pembimbing 2
Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Jurusan Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG ODUWA WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGUNAKAN SISTEM PELAT BETON PRATEKAN

MUHAMMAD ALI ROFIQ
NRP. 3115 040 610

Dosen Pembimbing 1
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Dosen Pembimbing 2
Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Jurusan Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT RC-096599

ODUA WESTON JAMBI HOTEL'S BUILDING STRUCTURE DESIGN WITH PRESTRESSED CONCRETE SLAB SYSTEM APPROACH

MUHAMMAD ALI ROFIQ
NRP. 3115 040 610

Supervisor
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Co-Supervisor
Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

D-IV PROGRAM of CIVIL ENGINEERING in ADVANCED (EXTENDED) LEVEL
Structure Building Department
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG ODUA WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PELAT BETON PRATEKAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



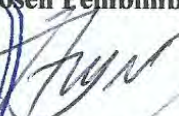
Muhammad Ali Rofiq
NRP. 3115 040 610

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

23 JAN 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II





Ridho Bayuaji, ST., M. Sc, Ph.D


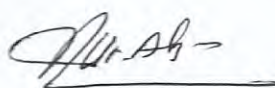
Prof. Dr. M. Sigit D, M.Eng.Sc, Ph.D





NIP. 19730710 199802 1 002

NIP. 19630726 198903 1 003

SURABAYA, JANUARI 2017

Judul Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Struktur Gedung Odua Weston Hotel Jambi dengan Menggunakan Pelat Prategang		
Nama Mahasiswa	Muhammad Ali Rofiq	NRP	3115040610
Dosen Pembimbing 1	Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD NIP 19730710 199802 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, PhD. NIP 19630726 198903 1 003	Tanda tangan	

URAIAN REVISI		Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - Rumus maenah : pondasi belah ketupat 		Ir. Boedi Wibowo, CES NIP 19530424 198203 1 002
<ul style="list-style-type: none"> - Gambar : tel sesuai pesanan - elevasi plat - HBK 		Nur Achmad Husin, ST. MT NIP 19720115 199802 1 001
		- NIP -
		- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
					
Ir. Boedi Wibowo. CES	Nur Achmad Husin, ST. MT			Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD	Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc. PhD.



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 MUHAMMAD ALI ROFI' 2
NRP : 1 3115040610 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan struktur Gedung Odua Weston Hotel Jambi
 Dengan Menggunakan Sistem Pelat Pratekan

Dosen Pembimbing : Dr. Ridho Bayuaji, ST. MT
 Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M. Eng. Sc, Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1		- Siplu Denah listrik				
		- Umlah - - - Rambu				
		- Mengapio mual		B	C	K
		belat Pratek		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		- Ditentukan ukuran bentang Pratekan		B	C	K
		- Manfaat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Jangan dikasih kata memberikan				
		Contoh				
		- Trojawan putrakan revisi		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		- Pada pendahuluan dijelaskan				
		Informasi bangunan				
		- menjelaskan perbedaan gambar		B	C	K
		modifikasi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- flowchart struktur				
		- Penulisan tabel				
		- Aji-Cini skprak		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 MUHAMMAD ALI ROFIQ 2
NRP : 1 31150 40610 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Gedung Dua Warkah Hotel Jambur
 Dengan menggunakan Sistem Pelat Beton Pratekan.
Dosen Pembimbing : Dr. Ridho Bayuaji, ST, MT
 Prof. Dr. Sigit Purnawan, M. Eng. Sc, Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4		Ditentukan mau pakai full pratekan atau parsial				
		- uraian kata-kata pada metodologi		B	C	K
		- Batasan masalah - korosi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Revisi sidang				
5		- Korosi later bolakang kenapa pakai balok monomer		B	C	K
		- flowchart dipisah antara gambar dan pratekan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6		- Korosi penjadualan				
		- kenapa memakai bentang 16 m		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7		- Layout				
		- literatur slab				
		- Gempa - (lateral force)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	16 Agustus 2016	Metode pelaksanaan & detailan atau menentukan kebutuhan pratekan				
				B	C	K
9	2 September	- Lay out area Prest		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Polum				

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

- Cel dg SNI
 - f = 25 @

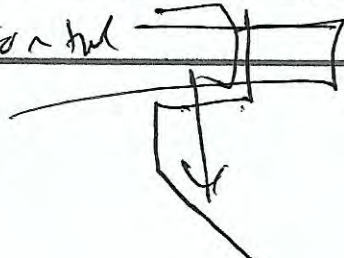


ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 MUHAMMAD ALI ROFIQ 2
NRP : 1 311 50 40 610 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan struktur Gedung Dua Wadon Hotel Jambi
 Dengan Menggunakan Sistem Pelat Beton Pretakan
Dosen Pembimbing : Dr. Ridho Bayuaji, ST, MT
 Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M. Eng. Sc, Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
10	16 September	- Pendefinisian metode pelaksanaan - antisipasi terhadap beban selama pelaksanaan.				
				B	C	K
11	5 oktober	- gambar layout struktur. - lendutan jangka panjang. - hitung load balancing alut prestesod. - lendutan fcr. - lendutan pondang kurm.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	20 oktober	- Detail tahapap. - kontak. Ponsahaan (komunikasi)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
13	28 oktober	- Sambungan monolit plao. - akibat nilai yang bnplo.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
14	4 november	- El loss = 25% - pche lor relax - kontrol		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal





ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 MUHAMMAD ALI ROFIQ 2
NRP : 1 3115040610 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Gedung Dua. Lantai Hotel Jamb. dengan menggunakan Sistem Pelat Beton Prategang.
Dosen Pembimbing : Dr. Ridho Bayuaji, ST, MT
 Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M. Eng. Sc, Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
15	18 November	- Buat PPT persiapan. - Gambar struktur. - Ben. Signifikan ada perbandingan non prategang & prategang ~ alat ² (lampiran) ~ di bab 1 tidak ada. bangunan rumah (pembahasan) - Tetap dikas perbandingan bangunan rumah tapi pada detail. - Gambar pendetailan pemasangan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	25 November	Dikasih gbn - Permodelan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	2 Desember	- Analisis kekakuan. - Kekuatan geser portal. - dibandingkan antara sebelum & setelah. + dan - perbandingan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	5 Desember	- Potongan. angkar. SAP Tendon. - analisis struktur.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	5 Desember	- Kekuatan beton 80% bopahari - Momen pada pelaksanaan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 Muhammad Ali. Rafiq. 2
NRP : 1 3115040616 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Gedung Osua Western Hotel Jamb.
 Dengan Menggunakan Sistem Pelat Beton Pratekan.
Dosen Pembimbing : Ridho Baguaji, ST, MT, Ph.D
 Prof. Ir. M. Sigit Parmawan, M. Eng.Sc, Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
20	12 Desember 2016	- Metode tipe pelat tekan - disiplin dan bentuk Mencari		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	19 Desember 2016	Membuat Visualisasi sistem pelaksanaan. balok. Menumpuk plat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	21 Desember 2016	Gambaran Prosedur Pembekuan Prestress - pengujian di lapangan. bahwa. Topanman. - pengulangan ke lantai - lantai - usulan gedung - rekomendasi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	26 Desember 2016	- Korkel. ~ tidak dipakai Pakai angleur & sambungan plat.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	29 Desember 2016	PPT - dari aman dulu. Penjabaran. Pelaksanaan. - rupa yg diper siapkan setiap hari		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	3 Januari 2017	Kontrol dinamis (jangan terlalu banyak bata - bata) Rubber sheet - pada balok.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir dengan judul ***“Perencanaan Struktur Gedung Odua Weston Hotel Jambi dengan Menggunakan Sistem Pelat Beton Pratekan”*** sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST) pada jurusan Diploma IV Teknik Sipil lanjut jenjang, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak doa, bantuan, dan dukungan moral serta materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, Tuhan sekaligus pengatur kehidupan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai
2. Kedua Orang Tua, yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan dukungan kepada penulis
3. Bapak Dr. Machsus, ST.,MT, selaku Kepala Prodi Jurusan Diploma III Teknik Sipil FTSP-ITS
4. Bapak Afif Navir Refani, ST.,MT, selaku dosen wali
5. Bapak Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D dan bapak Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Diploma IV Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya
7. Bapak Koko Y Prakoso R *Construction Manager* PT.FREYSSINET TOTAL TECHNOLOGY

8. Bapak dan ibu dosen penguji
9. Serta semua pihak dan teman-teman yang telah membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tak lepas dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, besar harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan faedah dan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG ODUA WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PELAT BETON PRATEKAN

Nama Mahasiswa : Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115 040 610
Jurusan : Diploma IV Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing I : Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP : 197307101998021002
Dosen Pembimbing II : Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc., Ph.D
NIP : 197402032002121002

ABSTRAK

Hotel Odua Weston Jambi merupakan hotel yang terdiri dari 8 lantai dan terletak di kawasan jambi yang berada pada daerah rawan gempa. Gedung ini menggunakan beton konvensional pada struktur balok dan kolomnya. Pada tugas akhir ini akan dilakukan modifikasi dengan desain arsitektural yang istimewa untuk memaksimalkan fungsi ruang yaitu pada lantai 2 akan dibuat lantai pertemuan yang luas tanpa kolom ditengah ruangan. Dalam perancangan strukturnya digunakan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai peraturan SNI 03-2847-2013 dan SNI 1726-2012. Sebagai solusi dari adanya ruangan yang luas tanpa kolom ditengah ruangan maka digunakan struktur pelat pratekan.

Kata kunci : SRPMK, Pelat Beton Pratekan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ODUA WESTON JAMBI HOTEL'S BUILDING STRUCTURE DESIGN WITH PRESTRESSED CONCRETE SLAB SYSTEM APPROACH

Name of students : Muhammad Ali Rofiq
Reg. Number : 3115 040 610
Department : Diploma IV Teknik Sipil FTSP-ITS
Supervisor and Co-Supervisor:
1. Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
2. Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Odua Weston Hotel, Jambi, is an eight-floor hotel and located in prone to earth-quake area in which conventional concrete was used for its beam and column stuctures. Considering Jambi's economic and mobilization growth, some hotels should try to accommodate business activities, and one of them is conference and convention centres facilities. Odua Weston Hotel plan to maximize its second floor for mentioned function by removing its columns in the hall centre. his final assignment purpose was to maximize the second-floor's function by modify its architectural design.Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) approach was used in structure design, consistent to SNI 03-2847-2013 dan SNI 1726-2012. And to compensate the nedds of a spacious hall without any column in the centre, prestressed concrete slab is used to solved this problem.

Keywords: SMRFS, Prestressed Concrete Slab.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penulisan.....	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	7
2.2 Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus.....	9
2.2.1 Menentukan Sistem Struktur.....	9
2.2.2 Persyaratan SRPMK.....	16
2.3 Beton Prategang	21
2.3.1 Konsep-konsep Dasar	21
Pemberian Prategang	21
2.3.2 Gaya Prategang.....	22

2.3.3	Indeks Beton Prategang Parsial dan Beton Bertulang.....	25
2.3.4	Kontrol Tegangan.....	25
2.3.5	Kekuatan Batas Balok Prategang.....	27
2.3.6	Tahap-Tahap Pembebanan.....	29

BAB III METODOLOGI

3.1	Diagram Alur Perencanaan.....	33
3.1.1	Pengumpulan Data.....	33
3.1.2	Studi Literatur.....	33
3.1.3	Preliminary Desain	34
3.1.4	Pembebanan.....	35
3.1.5	Desain Struktur.....	35
3.1.6	Kontrol Desain.....	35
3.1.7	Gambar Rencana.....	35
3.2	Perencanaan Beton Prategang.....	37
3.2.1	Desain Penampang	37
3.2.2	Penetapan dan Tata Letak Kabel	37
3.2.3	Kehilangan Prategang.....	38
3.2.4	Kontrol Tegangan	38
3.2.6	Kontrol Lendutan.....	38
3.2.9	Metode Pelaksanaan	38

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Penentuan Sistem Struktur	41
4.1.1	Menentukan Kelas Situs	41
4.1.2	Menentukan Kategori Desain Seismik	42
4.2	Preliminary Design	45
4.2.1	Kolom	45
4.2.2	Balok	46
4.2.3	Pelat	46
4.2.4	Slab Prategang	46
4.3	Pembebanan	48
4.3.1	Beban Hidup	48
4.3.2	Beban Hidup Atap	48
4.3.3	Beban Mati Tambahan	49
4.3.4	Beban Gempa	51
4.3.4.1	Grafik Respon Spektrum	51
4.3.4.2	Nilai Faktor Keutamaan Gempa	52
4.3.4.3	Nilai Faktor Daktilitas Struktur	54
4.3.4.4	Gaya Nominal Gempa	56
4.4	Desain Slab Prategang	56
4.4.1	Desain Plat Prategang Satu Arah	56
4.4.2	Desain Plat Prategang Dua Arah	61
4.5	Kehilangan Prategang	69
4.5.1	Akibat Deformasi Elastik	69
4.5.2	Akibat Penyusutan Beton	70

4.5.3	Akibat Rangkak	71
4.5.4	Akibat Relaksasi Tegangan Baja	71
4.5.5	Akibat Gesekan Tendon	72
4.5.6	Akibat Slip Angkur	72
4.6	Kontrol Tegangan	72
4.7	Kontrol Lendutan	72
4.8	Desain Angkur	76
4.9	Desain Pasak	77
4.10	Desain Struktur	84
4.10.1	Desain Plat	84
4.10.2	Desain Balok	80
4.10.3	Desain Kolom	119
4.11	Pemodelan dan Analisa Struktur	130
4.11.1	Penjelasan Umum	130
4.11.2	Pemodelan Pelat Prategang	131
4.11.3	Pemodelan dan Analisis Struktur	134
4.11.3.1	Data Masukan Material	134
4.11.3.2	Besaran Massa	135
4.11.3	Pemodelan Struktur	136
4.11.3.1	Pendefinisian Modal Analisis dan Ragam Analisis	136
4.11.3.2	Kontrol Gaya Dinamis	139
4.11.3.3	Kontrol Sistem Struktur	141
4.11.3.4	Kontrol Periode Alami Struktur	143

4.11.3.5 Kontrol Simpangan Antar Lantai ...	144
4.11.3.6 Kontrol Lendutan Pelat Prategang .	150
4.12 Metode Pelaksanaan	152
4.12.1 Metode Perancah	152
4.12.2 Pemilihan Angkur, Tulangan <i>Hoop</i> , dan Alat	154
4.12.2.1 Angkur Aktif	154
4.12.2.2 Angkur Pasif	156
4.12.2.3 Angkur Tulangan <i>Hoop</i>	157
4.12.2.4 Power Pack	158
4.12.2.5 Grout Pump	160
4.12.3 Metode Stressing	161
4.12.3.1 Pemasangan <i>Strand</i>	161
4.12.3.2 Persiapan <i>Stressing</i>	162
4.12.3.3 Proses <i>Stressing</i>	162
4.12.4 Perhitungan Volume, Jumlah Alat dan Durasi	
4.10.4.1 Pekerjaan Pengecoran Pelat	171
4.10.4.2 Pekerjaan <i>Stressing dan Grouting</i> .	174
4.10.2.2.1 Siklus <i>Stressing dan</i> <i>Cut Elongation</i>	174
4.10.2.2.2 Siklus <i>Grouting</i>	175

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	177
5.2 Saran	177

DAFTAR PUSTAKA.....179

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....181

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor R , C_d , dan Ω_0 (SNI 1726-2012)	10
Tabel 2.2 Klasifikasi situs tanah (SNI 1726-2012)	13
Tabel 2.3 Koefisien situs, F_a (SNI 1726-2012)	14
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a (SNI 1726-2012)	14
Tabel 2.5 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung beban gempa	15
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek	16
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik	16
Tabel 4.1 Nilai N-SPT	41
Tabel 4.2 Klasifikasi situs tanah (SNI 1726-2012)	42
Tabel 4.2 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek	43
Tabel 4.3 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik	43
Tabel 4.4 Faktor R , C_d , dan Ω_0 (SNI 1726-2012)	44
Tabel 4.5 Preliminary Design Kolom	45
Tabel 4.6 Preliminary Design Balok	46
Tabel 4.7 Preliminary Design Plat	46
Tabel 4.8 Preliminary Design Slab Beton Prategang	49
Tabel 4.10 Grafik respon spektrum	51

Tabel 4.11 Kategori Resiko I.....	53
Tabel 4.12 Faktor Keutamaan Gempa Nilai I.....	54
Tabel 4.13 Faktor Daktilitas Struktur Gedung R.....	55
Tabel 4.14 Tipe Strand	58
Tabel 4.15 Jenis dan Karakter Strand.....	59
Tabel 4.16 Posisi tendon arah x terhadap cgs.....	65
Tabel 4.17 Posisi tendon arah y terhadap cgs.....	66
Tabel 4.18 Posisi tendon arah y terhadap cg Moment Envelope pada Balok Akibat Beban Gravitasi dan Beban Gempa.....	91
Tabel 4.19 Gaya geser di muka kolom interior	111
Tabel 4.20 Rangkuman Perhitungan Pemeriksaan Ulang Kapasitas Momen Penampang di Zona Sendi Plastis	116
Tabel 4.21 <i>Modal Loss Participation Ratio</i>	137
Tabel 4.22 <i>Modal Periode</i>	138
Tabel 4.23 <i>Output Base Reaction Dead Live</i>	140
Tabel 4.24 <i>Output Base Shear</i>	140
Tabel 4.25 <i>Joint Reaction Shear Wall</i>	141
Tabel 4.26 Penyebaran Gaya Gempa Arah x	142
Tabel 4.27 Penyebaran Gaya Gempa Arah y	142
Tabel 4.28 SNI 1726 -2012,Tabel 14	143
Tabel 4.29 SNI 1726 -2012,Tabel 15	144
Tabel 4.30 SNI 1726 -2012,Tabel 16	145
Tabel 4.31 Simpangan Antar Lantai	146
Tabel 4.32 Simpangan Antar Lantai.....	147

Tabel 4.33 Simpangan Antar Lantai.....	148
Tabel 4.34 Simpangan Antar Lantai.....	149
Tabel 4.35 Tipe Ukuran Angkur	154
Tabel 4.36 Tipe Ukuran Tulangan Sengkang.....	158
Tabel 4.37 Tipe Power Pack.....	159
Tabel 4.38 Tipe Jack Pump	159

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Denah lantai 2 sebelum dimodifikasi.....	3
Gambar 1.2 Denah lantai 2 setelah dimodifikasi.....	4
Gambar 2.1. Lokasi tulangan pada slab.....	17
Gambar 2.2. Penempatan tulangan pada slab	17
Gambar 2.3. Geser desain untuk balok dan kolom.....	20
Gambar 2.4. Distribusi Tegangan serat beton pada balok persegi panjang dengan tendon lurus	23
Gambar 3.1 flowchart struktur	36
Gambar 3.2 flowchart balok pratekan	40
Gambar 4.1 Grafik Respon Spektrum	52
Gambar 4.2 Slab Prategang Satu Arah	57
Gambar 4.3 Susunan Tendon Satu Arah	60
Gambar 4.4 Slab Prategang Dua Arah.....	60
Gambar 4.5 Susunan Tendon Dua Arah.....	64
Gambar 4.6 Koordinat Tendon.....	66
Gambar 4.7 Potongan Melintang Tendon.....	67
Gambar 4.8 Potongan Memanjang Tendon	68
Gambar 4.9 Angkur Tendon.....	76
Gambar 4.10 Balok As 8H-8F Lantai	76
Gambar 4.11 Data Design Balok.....	77
Gambar 4.12 Desain Pasak.....	68
Gambar 4.13 Balok 5I-6I Lantai 3.....	83

Gambar 4.14 Diagram Output Momen Akibat Kombinasi 2	87
Gambar 4.15 Diagram Output Momen Akibat Gempa	88
Gambar 4.16 Diagram Output Momen Akibat Kombinasi 6x	88
Gambar 4.17 Sketsa Penulangan Balok.....	88
Gambar 4.18 Penampang Melintang Balok.....	114
Gambar 4.19 Kolom Lantai 2 As 8H	115
Gambar 4.20 Diagram Gaya Aksial Kolom	116
Gambar 4.21 Output Desain SAP2000.....	118
Gambar 4.22 Joint Kolom Akibat Kombinasi 6x.....	119
Gambar 4.23 Diagram Momen Joint Kolom.....	120
Gambar 4.24 Diagram Momen Joint Kolom.....	120
Gambar 4.25 Diagram Momen Joint Balok	121
Gambar 4.26 Diagram Geser Kolom Akibat Kombinasi 6x	124
Gambar 4.27 Sketsa Penulangan Kolom.....	128
Gambar 4.28 Detail Penampang Kolom.....	129
Gambar 4.29 Pemodelan 3D	130
Gambar 4.30 Posisi Penempatan Tendon pada SAP2000	131
Gambar 4.31 Input Form Tendon Pada SAP 2000.....	132
Gambar 4.32 Input Koordinat Tendon Pada SAP2000	133
Gambar 4.33 Input Form Material Struktur SAP2000	134
Gambar 4.34 Input Mass Source	135
Gambar 4.35 Input Form Analisa Modal	137
Gambar 4.36 Lendutan Stressing 25%.....	150
Gambar 4.37 Lendutan Stressing 100%.....	151

Gambar 4.38 Beban Tiap Tiang Scaffolding.....	153
Gambar 4.39 Ukuran Angkur Aktif.....	155
Gambar 4.40 Ukuran Angkur Pasif.....	156
Gambar 4.41 Ukuran Senggang Angkur	157
Gambar 4.42 Ukuran Power Jack.....	160
Gambar 4.43 Tipe Grouting Pump	160
Gambar 4.44 Pemasangan Scaffolding.....	163
Gambar 4.45 Instalasi Bekisting dan Pembesian Balok	163
Gambar 4.46 Instalasi Bekisting Plat	164
Gambar 4.47 Instalasi Pembesian Pelat Bawah.....	164
Gambar 4.48 Potongan Melintang Angkur Aktif.....	165
Gambar 4.49 Potongan Memanjang Angkur Aktif	166
Gambar 4.50 Pemasangan Selongsong.....	166
Gambar 4.51 Pemasangan Strand Pada Selongsong	167
Gambar 4.52 Pemasangan Angkur Pasif.....	167
Gambar 4.53 Penempatan Posisi Tendon.....	168
Gambar 4.54 Urutan Stressing Tendon	170
Gambar 4.55 Plesteran Bekas Angkur Aktif.....	170
Gambar 4.56 Detail Plesteran Bekas Angkur Aktif	171
Gambar 4.57 Grouting.....	171

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyaknya wisatawan domestik dan asing yang ingin ke daerah jambi membuat kebutuhan penginapan yang berkualitas bertambah.Oleh karena itu, PT Ratu Permata Hotelindo mendirikan hotel di daerah tersebut untuk memfasilitasi wisatawan yang datang ke Jambi.

Perencanaan gedung bertingkat perlu memperhatikan beberapa kriteria, antara lain kriteria kekuatan, perilaku yang baik pada taraf gempa rencana, serta aspek ekonomis. Merencanakan bangunan bertingkat banyak dari segi struktur memerlukan pertimbangan yang banyak terutama jika gedung itu dirancang tahan gempa. Pertimbangan struktur ini akan berpengaruh dalam menentukan alternatif perencanaan, misalnya jenis sistem struktur, tata letak kolom, panjang balok, dan bentang.

Dengan adanya kemajuan teknologi beton akhir-akhir ini. Hal itu dibuktikan dengan adanya gedung-gedung bertingkat yang pembangunannya menggunakan teknologi beton mutu tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan cara desain bentang panjang yang efektif dan efisien.(Wahyuni, 2014)

Setelah ditinjau, bangunan gedung ini menggunakan beton bertulang pada struktur balok dan kolomnya. Maka untuk memaksimalkan fungsi ruang pada gedung tersebut, dirancang modifikasi dengan memberi suatu ruangan luas tanpa kolom pada lantai 2 dimanfaatkan sebagai ruang pertemuan dengan menggunakan pelat pratekan karena dapat menahan lendutan yang lebih besar.

Beton prategang merupakan teknologi konstruksi beton yang mengkombinasikan antara beton berkekuatan

tinggi dengan baja mutu tinggi dengan cara aktif. Beton prategang merupakan kombinasi yang ideal dari dua buah bahan modern yang berkekuatan tinggi. (Lin dan Burns, 1996).

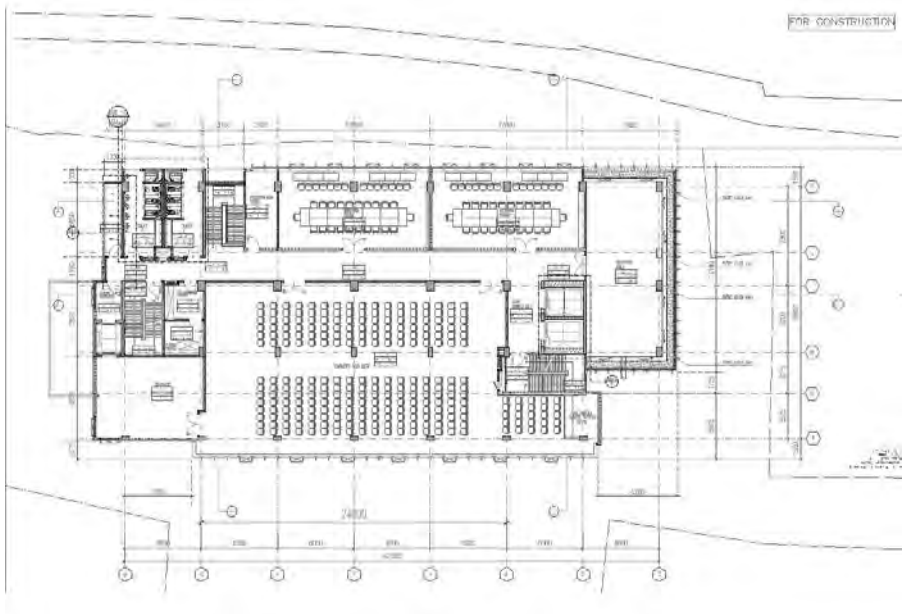
Seperti pada beton bertulang dan bahan struktural lainnya, kontinuitas dapat terjadi di tumpuan-tumpuan antara pada balok menerus dan di pertemuan balok dan kolom pada portal. Reduksi momen dan tegangan di tengah bentang dengan cara desain sistem yang menerus akan menghasilkan komponen struktur dengan tinggi lebih kecil sekaligus mempunyai kekakuan lebih besar dan defleksi lebih kecil dibandingkan dengan komponen struktur yang ditumpu sederhana dengan bentang dan beban yang sama. (Nawy, 2001)

Apabila bentang balok dari beton bertulang melebihi 70 sampai 90 ft. maka beban mati balok tersebut menjadi sangat berlebihan, yang menghasilkan komponen struktur yang lebih berat dan, akibatnya, retak dan defleksi jangka panjang yang lebih besar. Jadi, untuk bentang panjang, beton prategang merupakan keharusan karena pembuatan pelengkung mahal dan tidak dapat berperilaku dengan baik akibat adanya rangkai dan susut jangka panjang yang dialaminya. (Nawy, 2001)

Pemakaian tendon melengkung akan membantu memikul sebagian gaya geser pada komponen struktur. Tambahan lagi, gaya prategang pada beton cenderung untuk mengurangi tegangan tarik utama dan menambah kekuatan terhadap geser. Jadi, pada beton prategang dimungkinkan untuk memakai penampang yang lebih kecil untuk memikul jumlah gaya geser yang sama pada balok. (Lin dan Burns, 1996)

Bangunan gedung yang akan di desain adalah salah satu hotel yang ada di jambi yaitu odua weston hotel jambi. Gedung ini memiliki jumlah lantai 8 dengan 1 basement dengan tinggi total 35,3 meter. Struktur gedung ini menggunakan struktur beton konvensional

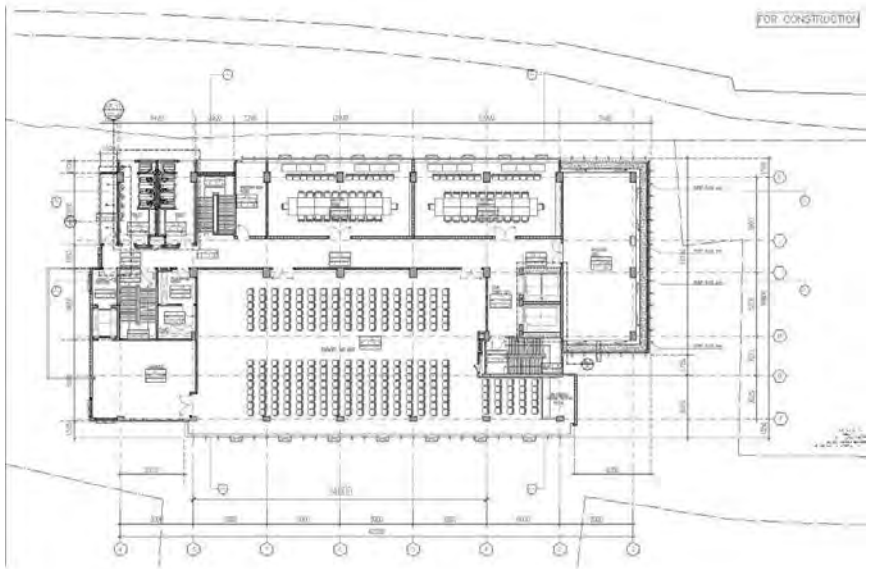
Gambar 1.1 menunjukkan pada bangunan gedung odua weston hotel jambi pada lantai 2 terdapat 3 buah kolom di dalam ruangan pertemuan pada as H5, H6, dan, H7. Kolom inilah yang akan dihilangkan sehingga dapat memaksimalkan fungsi ruang pada gedung tersebut.



Gambar 1.1 Denah lantai 2 sebelum dimodifikasi

Setelah dimodifikasi, struktur gedung ini akan menggunakan struktur beton konvensional dan pelat prategang dengan bentang 24 m eter x 12 m eter pada

lantai 3 dan 5,2 meter x 24 meter pada lantai 4-8. Gambar 1.1 menunjukkan denah lantai 2 s ebelum dimodifikasi dengan adanya kolom di tengah ruang pertemuan pada as H5, H6, dan H7.



Gambar 1.2 Denah lantai 2 setelah dimodifikasi

Gambar 1.1 menunjukkan denah lantai 2 s esudah dimodifikasi dengan dihilangkannya kolom di tengah ruang pertemuan pada as H5, H6, dan H7.

1.2 Perumusan Masalah

Detail Permasalahan yaitu :

1. Bagaimana merencanakan desainsistem plat pratekan sebagai alternatif pada bangunan tersebut?
2. Bagaimana menganalisa struktur bangunan tersebut dengan adanya sistem plat pratekan?
3. Bagaimana metode pelaksanaan pelat pratekan?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dalam penyusunan tugas akhir ini, maka ada batasan-batasan masalah antara lain:

1. Hanya menghitung struktur atas(plat,kolom,balok, dan plat pratekan).
2. Membahas metode pelaksanaan platpratekan.

1.4 Tujuan Penulisan

Dari permasalahan yang ada di atas , adapun tujuan yang akan dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mampu merencanakan desain sistem plat pratekan sebagai alternatif desain untuk menghilangkan kolom di tengah ruang.
2. Mampu menganalisa struktur bangunan tersebut dengan adanya sistem plat pratekan.
3. Mampu menjelaskan metode pelaksanaan plat pratekan.

1.5 Manfaat

1. Dapat merencanakan desain sistem plat pratekan sebagai alternatif desain untuk menghilangkan kolom di tengah ruang.
2. menganalisa struktur bangunan tersebut dengan adanya sistem plat pratekan.
3. Dapat menjelaskan metode pelaksanaan plat pratekan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa. Hal ini dapat dilihat pada berbagai kejadian gempa dalam beberapa tahun terakhir yang melanda beberapa daerah di Indonesia. Kondisi alam ini menyebabkan perlunya pemenuhan terhadap kaidah-kaidah perencanaan/pelaksanaan sistem struktur tahan gempa pada setiap struktur bangunan yang akan didirikan di wilayah Indonesia, khususnya yang dibangun di wilayah dengan kerawanan gempa menengah hingga tinggi. Hal ini bertujuan agar pada saat terjadi gempa, struktur bangunan dapat bertahan dan melindungi penghuninya dari resiko gempa. (Iswandi, 2010)

Filosofi perencanaan bangunan tahan gempa yang diadopsi hampir seluruh negara di dunia mengikuti ketentuan berikut ini :

- a. Pada gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
- b. Pada gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen nonstruktural diijinkan mengalami kerusakan.
- c. Pada gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan. (IITK-BMTDC 2002).

Ketika gempa menyerang konstruksi bangunan yang berada di atas permukaan tanah, maka diantara elemen konstruksi pembentuk bangunan gedung yang pertama kali dikenai aksi beban gempa adalah kolom bangunan pada level lantai dasar, sebelum energi gempa merambat ke kolom dan balok lantai di atasnya. Jika gempa berarah

horizontal, maka aksi beban gempa ini akan diterima oleh kolom bangunan sebagai gaya geser. Sedangkan jika gempa ini berarah vertikal, maka aksi dan beban gempa akan diterima oleh kolom sebagai gaya aksial. Gaya aksial maupun gaya geser ini akan merambat ke atas bangunan, dengan kecepatan tertentu sesuai dengan modulus geser G atau modulus elastis E dari material konstruksi pembentuk struktur kolom. (Darmawan, Straupalia, dan Nisa' 2010)

Perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia sangat penting mengingat sebagian besar wilayahnya intensitas gempa berkekuatan rendah hingga tinggi. Salah satu syarat penting struktur tahan gempa adalah daktilitas yang memadai. Sebuah struktur memiliki daktilitas yang baik bila elemen-elemen struktur penyusunnya juga memiliki daktilitas yang baik.

Untuk gedung yang menggunakan balok prategang, terdapat sebuah kendala dimana balok prategang biasanya memiliki sifat yang getas. Oleh karena itu diperlukan sebuah perencanaan khusus dalam mendesain balok prategang agar mencapai daktilitas yang memadai serta andal dalam menahan beban gempa. Cara untuk memenuhi syarat daktilitas itu adalah dengan menggunakan balok prategang parsial (Pangaribuan, 2012).

2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem rangka pemikul momen khusus adalah sistem struktur yang memiliki tingkat daktilitas penuh dan wajib digunakan di zona dengan resiko gempa tinggi, sementara zona dengan resiko gempa menengah minimal harus menggunakan sistem struktur yang memenuhi persyaratan *detailing* menengah. (Iswandi, 2010)

2.2.1 Menentukan Sistem Struktur

Menurut SNI 1726-2012 dalam menentukan sistem struktur yang akan digunakan, perlu menentukan terlebih dahulu kategori desain seismik pada bangunan tersebut.

Tabel 2.1 Faktor R , C_d , dan Ω_0 (SNI 1726-2012)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kualifikasi sistem, Ω_0^d	Faktor pembesaran defleksi, C_d^d	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^e				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bracing terkeang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	Ti
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^d	Ti ^a	Ti ^f
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	Ti ^a	Ti ^a	Ti ^f
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	Ti	Ti	Ti
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	Ti	Ti	Ti	Ti
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	Ti	Ti	Ti
10. Rangka baja dan beton komposit terkeang panel pemikul momen	8	3	5½	48	48	30	Ti	Ti
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	Ti	Ti	Ti	Ti
12. Rangka baja canal diaphragm pemikul momen khusus dengan pembaulatan	3½	3 ^a	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bracing aksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bracing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	8	2½	5	TB	TB	Ti	Ti	Ti
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing aksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing konsentris khusus	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	Ti	Ti	Ti
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	Ti	Ti	Ti
12. Rangka baja dengan bracing terkeang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bracing konsentris khusus	8	2½	5	TB	TB	10	Ti	Ti ^M
2. Dinding geser beton bertulang khusus	8½	2½	5	TB	TB	48	30	30

Pada tabel 2.1 ditunjukkan bahwa kategori desain seismik D, E, dan F tidak diijinkan untuk memakai sistem rangka pemikul momen biasa dan menengah, melainkan hanya boleh sistem rangka pemikul momen khusus.

Menurut SNI 1726-2012 untuk mencari kategori desain seismik suatu bangunan, harus melalui beberapa tahap yaitu :

- Klasifikasi Situs

Profil tanah disitus harus diklasifikasikan berdasarkan profil tanah 30 meter paling atas. Klasifikasi situs bisa didapatkan dari data tanah sesuai dengan lokasi bangunan.

1. \bar{V}_s lapisan 30 m paling atas (metode \bar{V}_s);
2. \bar{N} lapisan 30 m paling atas (metode \bar{N});

3. \bar{N}_u untuk lapisan tanah non-kohef ($PI < 20$) 30 m paling atas, \bar{s}_u untuk lapisan tanah kohef ($PI > 20$) 30 m paling atas (metode \bar{s}_u). Bila \bar{N}_u dan \bar{s}_u menghasilkan kriteria yang berbeda, kelas situs harus diberlakukan sesuai dengan kategori tanah yang lebih lunak.

Adapun rumus-rumus yang digunakan pada persamaan 2.1, 2.3, dan 2.2.

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}} \quad (2.1)$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \quad (2.2)$$

$$\bar{s}_u = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{s_{ui}}} \quad (2.3)$$

dimana:

v_s = kecepatan rata-rata gelombang geser

N = tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata

s_u = kuat geser niralir rata-rata

d_i = tebal lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter

v_{si} = kecepatan gelombang geser i (meter/detik)

N_i = tahanan penetrasi standar 60 persen energi yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi, dengan nilai tidak lebih dari 305 pukulan/meter.

Dari perhitungan yang didapat bisa ditentukan klasifikasi situs tanah sesuai dengan tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi situs tanah (SNI 1726-2012)

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	N atau \bar{N}_{60}	$\bar{\sigma}_v$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser nirair $\bar{\sigma}_u < 25 \text{ kPa}$		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3 \text{ m}$) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5 \text{ m}$ dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35 \text{ m}$ dengan $\bar{\sigma}_u < 50 \text{ kPa}$		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

- Parameter respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}) dan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}).
 S_{DS} dan S_{D1} didapat dari persamaan (2.6) dan (2.7).

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (2.4)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (2.5)$$

Parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek (S_{MS}) dan parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik (S_{M1}) diperoleh dari percepatan batuan dasar pada periode pendek (S_s) dan percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) dari *Peta Hazard*. Sementara koefisien situs F_a dan F_v didapat dari tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3 Koefisien situs, F_a (SNI 1726-2012)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Tabel 2.4 Koifisien situs, F_a (SNI 1726-2012)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS^b				

Setelah itu parameter respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}) dan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}) diperoleh dari rumus di bawah ini.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} \quad (2.6)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} \quad (2.7)$$

- Kategori resiko gempa bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Selanjutnya kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa harus ditentukan sesuai fungsinya berdasarkan tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Setelah tahap-tahap diatas KDS dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.6 dan 2.7.

Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

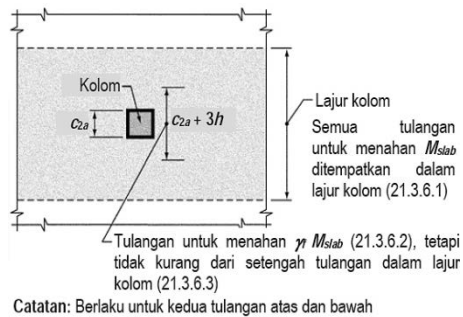
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

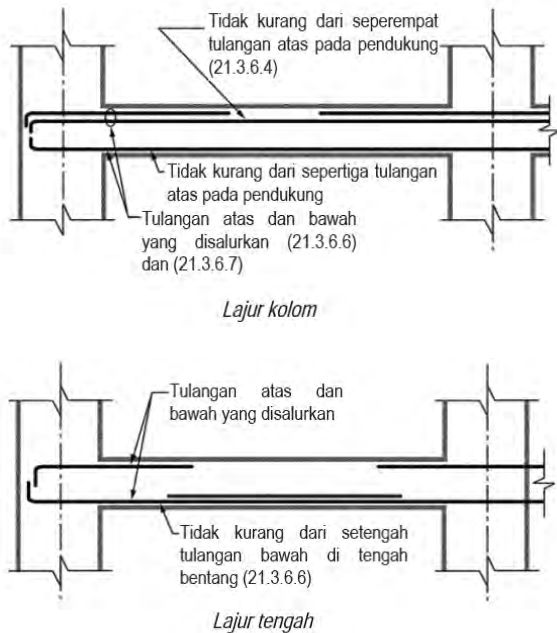
2.2.2 Persyaratan Struktur Rangka Momen Khusus

Komponen struktur lentur rangka momen khusus didesain harus memenuhi persyaratan (SNI 2847:2013 Pasal 21.5) sebagai berikut :

1. untuk komponen struktur rangka momen khusus (SRMK) yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan diproporsikan terutama untuk menahan lentur. Komponen struktur rangka ini juga harus memenuhi kondisi-kondisi sebagai berikut :



Gambar 2.1 Lokasi tulangan pada slab



Gambar 2.2 Penempatan tulangan pada slab

2. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur (P_u) tidak boleh melebihi $A_g \times \frac{f_c'}{10}$.
3. Bentang bersih untuk komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
4. Lebar komponen (b_w) tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari $0,3h$ dan 250 mm dan tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu (c_2) ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari :
 Lebar komponen struktur penumpu, c_2 dan $0,75$ kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c_1 .
5. Untuk Tulangan longitudinal berdasarkan pasal 21.5.2.1 untuk tulangan atas maupun bawah, jumlah tulangan tidak boleh kurang dari yang diberikan

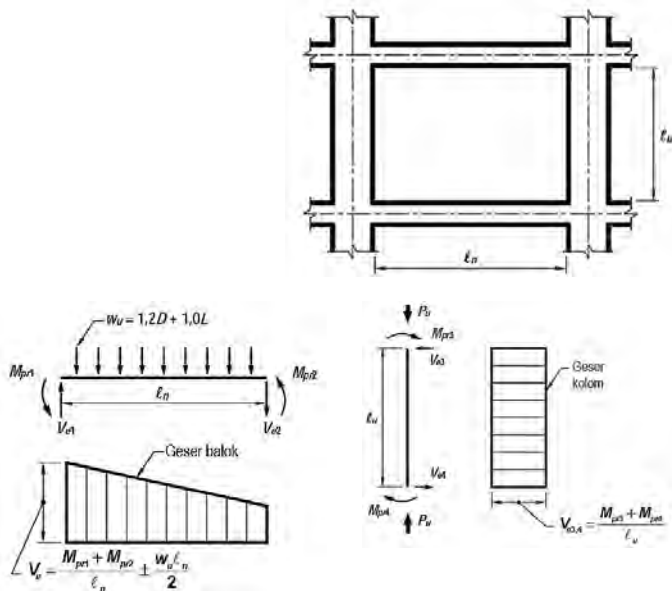
$$A_s \min = \frac{0,25\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w x d \text{ tetapi tidak}$$
 kurang dari $\frac{1,4b_w x d}{f_y}$ dan rasio tulangan (ρ) tidak boleh melebihi $0,025$. Paling sedikit dua batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah.
6. Kekuatan momen positif pada muka joint berdasarkan pasal 21.5.2.2 harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint tersebut. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sebarang penampang sepanjang panjang komponen struktur tidak boleh kurang dari

seperempat kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu dari joint tersebut.

7. Sambungan lewatan tulangan lentur diizinkan berdasarkan pasal 21.5.2.3 hanya jika tulangan sengkang atau spiral disediakan sepanjang panjang sambungan. Spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung lewatan tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari $d/4$ dan 100 mm. Sambungan lewatan tidak boleh digunakan :
 - a. Dalam joint;
 - b. Dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur dari muka joint; dan
 - c. Bila analisis menunjukkan pelelehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastis rangka.
8. Tulangan transversal berdasarkan pasal 21.5.3.1 Sengkang harus dipasang pada daerah komponen struktur rangka sebagai berikut :
 - a. Sepanjang suatu panjang yang sama dengan dua kali tinggi komponen struktur yang diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang, di kedua ujung komponen struktur lentur.
 - b. Sepanjang panjang-panjang yang sama dengan dua kali tinggi komponen struktur pada kedua sisi suatu penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi dalam hubungan dengan perpindahan lateral inelastis rangka.
9. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen

struktur penumpu. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari :

- $d/4$
 - enam kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama tidak termasuk tulangan luar longitudinal.
 - 150 mm
10. Persyaratan kekuatan geser berdasarkan pasal 21.5.4.1 Gaya geser desain (V_e) harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka *joint*. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin (M_{pr}) bekerja pada muka-muka *joint* dan bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor sepanjang bentangnya.



Gambar 2.3 Geser desain untuk balok dan kolom

11. Untuk Tulangan transversal harus diproporsikan untuk menahan geser dengan mengasumsikan $V_c = 0$ bilamana terjadinya hal-hal berikut :
 - a. Gaya geser yang ditimbulkan gempa yang dihitung sesuai gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka *joint* mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam panjang tersebut.
 - b. Gaya tekan aksial terfaktor (P_u) termasuk pengaruh gempa kurang dari $A_g x f_c' / 20$.

2.3 Beton Prategang

Beton prategang merupakan teknologi konstruksi beton yang mengkombinasikan antara beton berkekuatan tinggi dengan baja mutu tinggi dengan cara aktif. Beton prategang merupakan kombinasi yang ideal dari dua buah bahan modern yang berkekuatan tinggi. (Lin dan Burns, 1996).

Komponen Struktur prategang mempunyai tinggi lebih kecil dibandingkan dengan beton bertulang untuk kondisi bentang dan beban yang sama. Pada umumnya, tinggi komponen struktur beton prategang berkisar berkisar antara 65 sampai 80 persen dari tinggi komponen struktur beton bertulang. Dengan demikian, komponen struktur prategang membutuhkan lebih sedikit beton, dan sekitar 20 sampai 35 persen banyaknya tulangan.

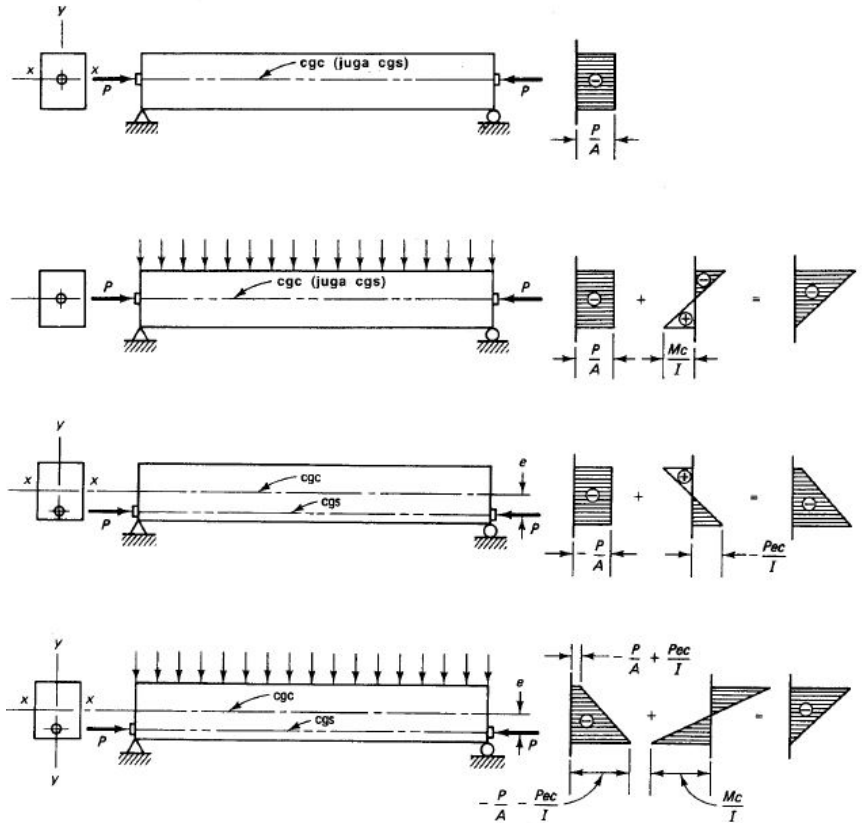
Apabila bentang balok dari beton bertulang melebihi 70 sampai 90 ft. maka beban mati balok tersebut menjadi sangat berlebihan, yang menghasilkan komponen struktur yang lebih berat dan, akibatnya, retak dan defleksi jangka panjang yang lebih besar. Jadi, untuk bentang panjang, beton prategang merupakan keharusan

karena pembuatan pelengkung mahal dan tidak dapat berperilaku dengan baik akibat adanya rangkai dan susut jangka panjang yang dialaminya.(Nawy, 2001)

2.3.1 Konsep-Konsep Dasar Pemberian Prategang

Gaya prategang P yang memenuhi kondisi geometri dan pembebanan tertentu untuk elemen yang ditetapkan ditentukan dari prinsip-prinsip mekanika dan hubungan tegangan-regangan. Kadang-kadang penyederhanaan dibutuhkan, seperti pada balok prategang yang diasumsikan bersifat homogen dan elastis.

Tinjaulah balok persegi panjang yang ditumpu sederhana yang mengalami gaya prategang $P_{konsentris}$ pada Gambar 2.10(a).



Gambar 2.4 Distribusi Tegangan serat beton pada balok persegi panjang dengan tendon lurus. (a) Tendon konsentris, hanya prategang. (b) Tendon konsentris, berat sendiri ditambahkan. (c) Tendon eksentris, hanya prategang. (d) Tendon eksentris, berat sendiri ditambahkan.

Tegangan tekan di penampang balok tersebut seragam dan mempunyai intensitas

$$f = \frac{P}{A_c}$$

dimana $A_c = bh$ adalah luas penampang balok yang lebarnya b dan tinggi totalnya h . Tanda *minus* digunakan untuk tekan dan tanda *plus* digunakan untuk tarik di seluruh buku ini. Juga, momen lentur digambarkan pada sisi tarik komponen sisi struktur.

Jika beban transversal bekerja pada balok, yang menimbulkan momen M ditengah bentang, maka tegangannya menjadi

$$f^t = -\frac{P}{A} - \frac{Mc}{I_g} \quad (2.9)$$

dan

$$f_b = -\frac{P}{A} + \frac{Mc}{I_g} \quad (2.10)$$

dimana f^t = tegangan di serat bawah

f_b = tegangan di serat bawah

$c = h/2$ untuk penampang persegi panjang

I_g = momen inersia bruto penampang ($bh^3/12$ dalam hal ini)

Persamaan 2.10 menunjukkan bahwa adanya tegangan tekan prategang $-P/A$ mengurangi tegangan lentur tarik Mc/I sebesar yang dikehendaki di dalam desain, mungkin hingga tarik hilang sama sekali, atau tarik masih ada sampai yang diperkenankan dalam peraturan. Jika tendon diletakkan pada eksentrisitas e dari pusat berat beton, disebut *garis cgc*, maka timbul momen Pe , dan tegangan di tengah bentang menjadi

$$f^t = -\frac{P}{A} + \frac{Pec}{I_g} - \frac{Mc}{I_g} \quad (2.11)$$

$$f^t = -\frac{P}{A} - \frac{Pec}{I_g} + \frac{Mc}{I_g} \quad (2.12)$$

Karena penampang balok yang ditumpu sederhana tidak memikul momen akibat beban luar transversal, maka tegangan serat tarik yang besar di serat atas terjadi akibat gaya prategang eksentris. (Nawy, 2001)

2.3.2 Gaya Prategang

Penentuan gaya prategang awal sangat dipengaruhi oleh momen total. Gaya prategang ini yang kemudian disalurkan ke penampang. Direncanakan sesuai dengan pemilihan penampang. Gaya prategang ditentukan dengan pers. 2.8

$$F = \frac{M_T}{0,65h} \quad (2.13)$$

Keterangan :

M_T = Momen akibat beban mati tambahan, berat sendiri dan beban hidup

H = Tinggi balok

2.3.3 Indeks Beton Prategang Parsial dan Beton Bertulang

Beberapa indeks telah diusulkan untuk menggambarkan fungsi dari beton prategang pada struktur. Indeks ini berguna dalam membandingkan kinerja relatif dari elemen yang dibuat dari material yang sama, tapi dalam menggunakan indeks ini harus hati-hati untuk menentukan nilai absolut dari hal-hal seperti deformasi dan lebar retak. Dua indeks yang paling umum adalah tingkat prategang λ , dan Prategang Parsial Ratio

(PPR). Penentuan Indeks ini dapat dilihat pada pers. 2.13 dan pers. 2.14

$$\lambda = \frac{M_{DEC}}{M_D + M_L} \quad (2.14)$$

keterangan :

M_{DEC} = Momen Dekompresi (momen total tepat pada serat bawah mengalami tegangan = 0);

M_D = Momen beban mati

M_L = Momen beban hidup

$$PPR = \frac{M_{np}}{M_n} \quad (2.15)$$

Keterangan :

M_{np} = kapasitas momen nominal dari beton prategang.

M_n = Total kapasitas momen nominal.

Dalam perancangan sebelumnya, semua momen dihitung pada bagian kritis. Umumnya akan digunakan PPR untuk menggambarkan tingkat prategang pada elemen lentur. studi dan contoh-contoh yang dijelaskan dalam penelitian sebelumnya biasanya $PPR < 1$, dan elemen adalah pra-tarik kecuali dinyatakan lain.

Karakterisasi jumlah total tulangan lentur dalam elemen juga penting. Penentuan Indeks penulangan (ω) dapat dilihat pada pers. 2.16

$$\omega = \rho \frac{f_y}{f'_c} + \rho_p \frac{f_{ps}}{f'_c} - \rho' \frac{f_y}{f'_c} \leq 0,3 \quad (2.16)$$

Dimana :

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad (2.17)$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{bd}$$

(2.18)

$$\rho_p = \frac{A_{ps}}{bd_p}$$

(2.19)

Keterangan :

A_{ps} = luas tulangan prategang di zona penegangan (mm^2)

A_s = luas tulangan *nonprestressed* (mm^2)

A'_s = luas kompresi tulangan *nonprestressed* (mm^2)

b = lebar elemen (mm)

d = jarak dari serat tekan paling jauh ke *centroid* dari *nonprestressed* (mm)

d_p = jarak dari serat tekan paling jauh ke *centroid* tulangan prategang (mm)

f_c = kuat tekan beton (MPa)

f_{ps} = tegangan nominal prategang (MPa)

f_y = tegangan leleh tulangan *nonprestressed* (MPa)

2.3.4 Kontrol Tegangan

1. Tegangan tarik pada baja prategang, tidak boleh melampaui nilai - nilai berikut :

- a. Tegangan ijin akibat gaya penarikan (*jacking*) baja prategang adalah $0,8f_{pu}$ atau $0,94f_{py}$ (SNI7833:2012 Ps.6.5.1). Diambil yang lebih kecil, tetapi tidak lebih besar dari nilai maksimum yang diusulkan oleh pembuat kabel atau angkur.
- b. Sesaat setelah penyaluran gaya prategang tegangan ijin tendon memiliki nilai $0,82f_{py}$ tetapi tidak lebih besar dari $0,74f_{pu}$ (SNI7833:2012 Ps. 6.5.1).
- c. Tendon pasca tarik pada daerah angkur dan kopel (*couplers*) sesaat setelah penyaluran gaya prategang adalah $0.70f_{pu}$ (SNI7833:2012 Ps.

- 6.5.1). Namun berdasarkan Lin dan Burns persamaan di atas juga berlaku untuk tendon pratarik segera setelah peralihan gaya prategang.
2. Tegangan ijin beton, tidak boleh melampaui batas nilai - nilai berikut:

Kekuatan desain komponen struktur prategang terhadap beban lentur dan aksial harus didasarkan pada klasifikasi sebagai kelas U, kelas T, atau kelas C berdasarkan f_t , tegangan serat terluar dalam zona Tarik pra-tertekan yang dihitung pada tahap beban layan sebagai berikut :

- Kelas U : $f_t \leq 0,62\sqrt{f_c'}$
- Kelas T : $0,62\sqrt{f_c'} < f_t \leq 1,0\sqrt{f_c'}$
- Kelas C : $f_t \leq 1,0\sqrt{f_c'}$

a. Setelah peralihan gaya prategang (sebelum kehilangan tergantung waktu).

- Tegangan serat-serat terluar memiliki nilai sebagai berikut :

$$\text{Tekan} = 0,6 f_{ci}' \text{ (SNI7833:2012 Ps. 6.4.1)}$$

- Tegangan serat-serat terluar pada ujung-ujung komponen tumpuan sederhana:

$$\text{Tekan} = 0,7\sqrt{f_{ci}'} \text{ (SNI 7833:2012 Ps. 6.4.1)}$$

Jika kekuatan tarik beton yang dihitung, f_t , melebihi $0,5\sqrt{f_{ci}'}$ pada ujung-ujung komponen

tertumpu sederhana, atau $0,25\sqrt{f_{ci}'}$ pada lokasi lainnya, maka harus dipasang tulangan lekatan tambahan dalam zona Tarik untuk menahan gaya Tarik total dalam beton, yang dihitung berdasarkan asumsi penampang yang tidak retak.

- b. Pada beban kerja setelah terjadi kehilangan gaya prategang yang diijinkan, untuk komponen lentur prategang kelas U dan kelas T.
 - Tegangan serat-serat terluar dalam kondisi tekan akibat prategang ditambah beban tetap:
Tekan = $0,45 f'c$ (SNI7833:2012 Ps. 6.4.2)
 - Tegangan serat-serat terluar dalam kondisi tekan akibat prategang ditambah beban total:
Tekan = $\sqrt{f'c} \ 0,6 \sqrt{f'c}$ (SNI 7833:2012 Ps. 6.4.2)

2.3.5 Kekuatan Batas Balok Prategang

Perhitungan kuat ultimate dari balok prategang harus memenuhi persyaratan SNI2847:2013 pasal B.18.8.3 mengenai jumlah total baja tulanganprategang dan bukan prategang pada komponen struktur harus cukup untuk menghasilkan beban terfaktor paling sedikit 1,2 kali beban retak yang terjadi berdasarkan nilai modulus retak sebesar $0,62 \lambda \sqrt{f'c}$ sehingga didapat $\phi M_n \geq 1,2 M_{Cr}$ dengan nilai $\phi = 0,9$

Kekuatan batas balok prategang yang diakibatkan oleh beban luar berfaktor harus memiliki nilai-nilai berikut :

$$1,2 M_{Cr} \leq M_u \leq \phi M_n \quad (2.20)$$

M_{Cr} = Momen retak balok prategang

M_u = Momen ultimate balok prategang

ϕM_n = Kapasitas penampang balok prategang

Nilai momen retak dapat dihitung dengan pers. 2.16; 2.17 sebagai berikut (dengan asumsi tanda (+) adalah serat yang mengalami tekan) :

$$-f_r = \frac{F_i}{A} + \frac{F_i \times e}{I} \times Y - \frac{M_{Cr} \times Y}{I} \quad (2.21)$$

$$M_{c_r} = \left(\frac{Fi}{A} \times \frac{I}{Y} \right) + \left(\frac{Fi \times e \times Y}{I} \times \frac{I}{Y} \right) + \left(f_r \times \frac{I}{Y} \right) \quad (2.22)$$

Keterangan :

I = Inertia balok

e = Eksentrisitas dari cgc

A = Luas penampang balok

Y = Garis netral balok

f_r = Modulus keruntuhan = $0,7\sqrt{f_c}$

2.3.6 Tahap Tahap Pembebanan

Pada struktur beton prategang, terdapat beberapa tahapan pembebanan di mana sebuah komponen struktur dibebani. Berikut ini adalah tahapan-tahapan pembebanannya (Sulendra dan Tatong, 2011) :

Tahap Awal (Transfer)

Tahap dimana struktur diberi gaya prategang tetapi tidak dibebani oleh beban eksternal. Tahap ini terdiri dari :

a. Sebelum diberi gaya prategang

Sebelum beton diberi gaya prategang, beton cukup lemah dalam memikul beban, oleh karena itu harus dicegah agar tidak terjadi kehancuran pada perletakan.

b. Pada saat diberi gaya prategang

Merupakan percobaan yang kritis dari kekuatan tendon. Seringkali tegangan maksimum yang mungkin dialami oleh tendon terjadi pada saat penarikan.

c. Pada saat peralihan gaya prategang

Untuk komponen-komponen pratarik, peralihan gaya prategang dilakukan sekaligus dan dalam waktu yang singkat. Untuk komponen-komponen struktur pasca-tarik, peralihan seringkali secara bertahap, gaya

prategang pada tendon-tendon dialihkan ke beton satu per satu. Pada kedua keadaan tersebut tidak ada gaya eksternal pada komponen struktur kecuali berat sendirinya.

d. *Desentring* dan Penarikan Kembali

Jika sebuah komponen struktur dicor dan diberi gaya prategang di tempat, maka pada umumnya komponen tersebut akan memikul sendiri selama atau sesudah diberi gaya prategang. Jadi bekisting dapat dibongkar setelah diberi gaya prategang, dan tidak ada pembebanan baru terjadi pada struktur. Beberapa struktur beton mengalami penarikan ulang; ini adalah system prategang dalam dua tahap atau lebih. Jadi tegangan-tegangan pada berbagai macam tahap penarikan harus terjadi.

Tahap Akhir (*Service*)

Tahap akhir ini adalah bila beban kerja yang sesungguhnya bekerja pada struktur. Seperti konstruksi-konstruksi lain, pendisain harus mempertimbangkan berbagai macam kombinasi beban hidup pada setiap bagian yang berbeda dari struktur akibat beban-beban lateral seperti angin dan gaya-gaya gempa, dan dengan beban-beban tegangan seperti yang dihasilkan oleh penurunan pada tumpuan dan pengaruh temperatur. Untuk struktur beton prategang, terutama untuk jenis-jenis yang tidak umum, seringkali perlu untuk menyelidiki retak-retak dan beban batasnya, perilakunya akibat beban yang bekerja tetap (*sustained load*) selain akibat beban kerja.

a. Beban yang Bekerja Tetap (*Sustained Load*)

Lendutan ke atas atau ke bawah dari komponen struktur prategang akibat beban tetap yang sesungguhnya (sering hanya terdiri dari beban mati) seringkali merupakan faktor penentu dalam desain, karena pengaruh

dalam rangkai akibat lentur akan memperbesar nilainya. Sehingga seringkali dikehendaki untuk membatasi besar lendutan akibat beban tetap.

b. Beban Kerja

Untuk mendesain akibat beban kerja haruslah ada pemeriksaan terhadap tegangan dan regangan yang berlebihan. Tidak perlu ada suatu jaminan atas kekuatan yang cukup untuk memikul beban yang berlebihan.

c. Beban Retak

Retak pada komponen beton prategang berarti perubahan yang mendadak pada tegangan retak dan tegangan geser. Hal ini seringkali merupakan ukuran bagi kekuatan lelah.

d. Beban Batas

Struktur yang didesain berdasarkan tegangan kerja mungkin tidak terlalu mempunyai angka keamanan yang cukup untuk kelebihan beban. Karena disyaratkan bahwa sebuah struktur memiliki kapasitas minimum tertentu, maka perlu ditentukan kekuatan batasnya (*ultimate strength*). Secara umum kekuatan batas dari sebuah struktur didefinisikan sebagai beban maksimum yang dapat dipikul secara hancur.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alur Perencanaan

Metoda penyelesaian ini tergambar dalam flow chart pada gambar 3.1 dan 3.2. Tahap-tahap metoda penyelesaian dijelaskan sebagai berikut :

3.1.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam modifikasi perancangan bangunan adalah sebagai berikut :

1. Gambar Arsitektur
2. Data Tanah

Data tanah diperoleh dari PT.KETIRA ENGINEERING CONSULTANTS.

Dalam modifikasi perancangan ini juga dibutuhkan data-data umum bangunan sebagai berikut :

Data bangunan sebelum dimodifikasi :

1. Nama Gedung : Odua Weston Jambi
2. Fungsi : Hotel
3. Jumlah Lantai : 8 lantai 1 basement
4. Struktur utama : struktur beton bertulang

Data bangunan setelah dimodifikasi :

1. Nama Gedung : Odua Weston Jambi
2. Fungsi : Hotel
3. Jumlah Lantai : 8 lantai 1 basement
4. Struktur utama : struktur beton bertulang dan sebagian plat dimodifikasi menjadi beton pratekan

3.1.2 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang berkaitan dengan perancangan antara lain :

- Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).

- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).
- Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
- Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang Untuk Bangunan Gedung (SNI 7833-2012).
- Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar, Edward G. Nawy, 2001.
- Desain Struktur Beton Prategang, Lin dan Burns, 1996.
- Desain Praktis Beton Prategang, Andri Budiadi, 2008.
- Beton Prategang Edisi Kedua, Khrisna Raju, 1988.
- Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa, Iswandi Imran, 2010.
- Perencanaan Lanjut Struktur Gedung Beton Bertulang, Iswandi Imran, 2014.

3.1.3 Preliminary Desain

Kriteria desain akan ditentukan berdasarkan data bangunan sehingga sistem struktur akan dianalisis telah memenuhi persyaratan SNI 1726-2012.

Preliminary desain merupakan perencanaan awal untuk menentukan dimensi dari suatu komponen struktur yang memenuhi persyaratan SNI 2847-2013. Beberapa komponen tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kolom
2. Balok
3. Plat

3.2.4 Pembebanan

Dalam perencanaan struktur memperhitungkan pengaruh aksi dari beban-beban yang bekerja di bangunan tersebut sesuai dengan persyaratan SNI 1727-2013 dan SNI 1726-2012.

3.1.5 Desain Struktur

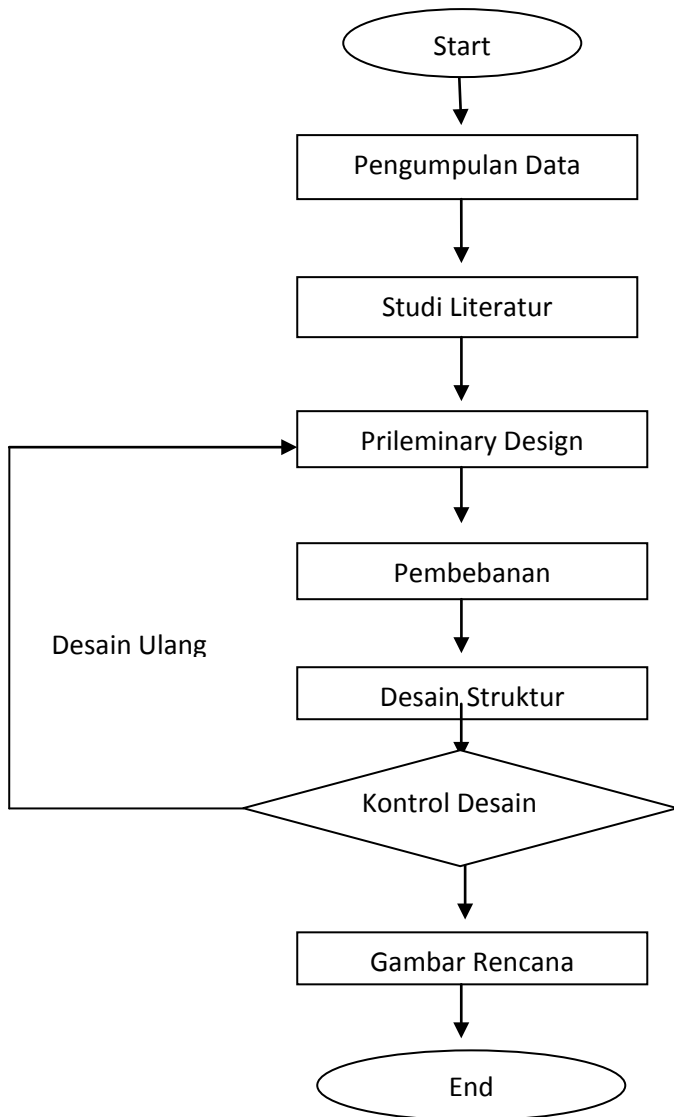
Pada tahap ini struktur dimodelkan dan dianalisis dengan program SAP2000 dan didesain berdasarkan persyaratan SNI 2847-2013 untuk beton bertulang dan SNI 7833-2012 untuk mendesain beton pratekan. Kemudian akan ditentukan juga penulangan pada struktur utama.

3.1.6 Kontrol Desain

Pada kontrol desain dilakukan agar pada analisa hasil pendetailan struktur bangunan memenuhi syarat keamanan dan batas-batasan peraturan. Kontrol desain meliputi kontrol geser, kuat lentur, momen nominal, dan beban ultimate. Jika memenuhi syarat dapat diteruskan ke penggambaran namun jika tidak harus melakukan redesain.

3.1.7 Gambar Rencana

Apabila kontrol desain perhitungan dan analisa struktur sudah selesai, maka untuk menggambarkan hasil perhitungan perlu dibuat gambar yang *representative* menggunakan program bantu AutoCad.



Gambar 3.1 flowchart struktur

3.2 Perencanaan Plat Prategang

Langkah-langkah perencanaan balok prategang adalah sebagai berikut :

3.2.1 Desain Penampang

Melakukan pemilihan jenis beton prategang yang akan digunakan meliputi :

- a. Pada perancangan ini dipilih beton prategang pascatarik (postension), hal ini karena jika pembuatan beton parategang terlampau jauh dan komponen struktur yang panjang dan berat sebaiknya dicor setempat atau dicor bagian demi bagian dan diprategang dengan sistem pasca-tarik di proyek, dan cara pratarik tidak ekonomis. (Lin dan Burns, 1996)
- b. Pada perencanaan beton prategang dipilih adanya grouting, karena lebih menyatu antara baja dan beton dan juga mengurangi kehilangan prategang.
- c. Pada perencanaan ini menggunakan komponen prategang sebagian, adalah komponen struktur yang direncanakan dengan menizinkan terjadinya tegangan tarik pada beban kerja, dan i daerah-daerah tarik yang emikian biasanya diberi tulangan tambahan dengan penulangan tidak diprategang. (Lin dan Buns, 1996)

3.2.2 Penetapan Dan Tata Letak Kabel

Penetapan jenis dan penentuan daerah batas kabel harus memenuhi kriteria perencanaan sesuai dengan persyaratan yang diijinkan. Penetapan jenis kabel dan jumlah kabel menentukan letak kabel, dimana terdapat batasan syarat yang diijinkan.

3.2.3 Kehilangan Prategang

Kehilangan prategang terjadi saat transfer dan sesudah transfer secara menerus menurut fungsi waktu. Dilakukan perhitungan ini untuk mendapatkan gaya prategang efektif. Kehilangan prategang meliputi :

1. Akibat perpendekan elastis beton
2. Akibat gesekan dan *wobble effect*
3. Akibat kedudukan angker
4. Akibat rangkai
5. Akibat susut
6. Akibat relaksasi baja

3.2.4 Kontrol Tegangan

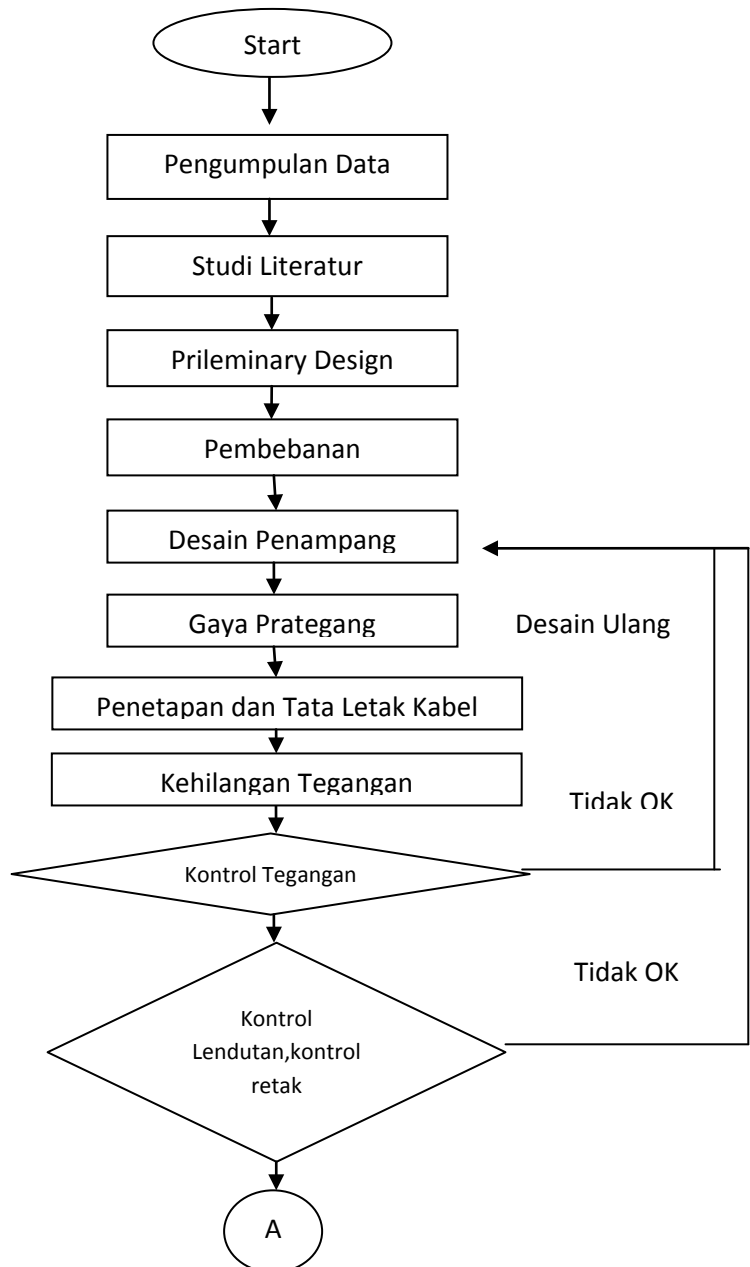
Melakukan kontrol terhadap tegangan yang terjadi di balok pada tahap-tahap yang kritis dalam perancangan, yaitu pada saat *jacking* dan tahap *service* (Lin dan Burns, 1996). Kontrol dilakukan untuk memenuhi apakah dimensi balok mampu menerima tegangan yang diberikan dan tegangan yang diterima telah sesuai dengan perancangan pemberian tegangan.

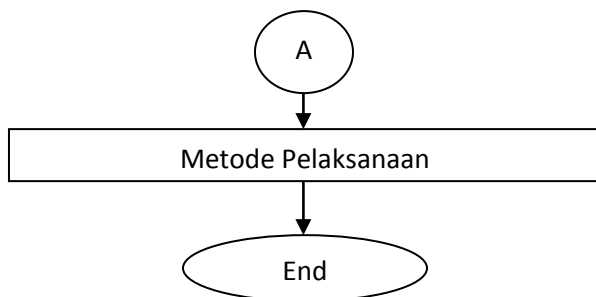
3.2.5 Kontrol Lendutan

Memperhitungkan lendutan-lendutan yang terjadi sehingga tidak melampaui batasan yang telah ditentukan. Lendutan dihitung menurut model pembebanan, dimana beban yang mempengaruhi adalah beban sendiri dan beban eksternal.

3.2.6 Metode Pelaksanaan

Setelah plat pratekan memenuhi kriteria desain yang disyaratkan, maka akan dijelaskan juga metode pelaksanaan untuk plat pratekan.





Gambar 3.2 flowchart plat pratekan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Sistem Struktur

Berikut perhitungan kategori desain seismik untuk menentukan sistem struktur.

4.1.1 Menentukan Kelas Situs

Tabel 4.1 . Nilai N – SPT

Lapisan ke i	Tebal lapisan (di) (m)	Deskripsi jenis tanah	N-SPT rata-rata
1	4	Lanau lempung kepasiran (keputihan)	4,5
2	3	Lanau lempung kepasiran (kecoklatan)	7
3	7	Pasir kelanauan	6,5
4	6	Lanau lempung kepasiran	12,333
5	2	Lanau kelempungan	19
6	8	Lempung kelanauan	31
Total	30		80,333

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \frac{di}{N_i}} = \frac{30}{80,333/30} = 9,247$$

(termasuk klasifikasi situs SE dari tabel 4.2)

Tabel 4.2 . Klasifikasi situs

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	N atau \bar{N}_{60}	$\bar{\tau}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40 \%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{\tau}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{\tau}_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

4.1.2 Menentukan Kategori Desain Seismik

Lokasi bangunan : Kota Jambi

 $S_s = 0,3$ g $S_1 = 0,25$ g $F_a = 2,34$ (SNI 1726 2012 hal. 22) $F_v = 3,0$ (SNI 1726 2012 hal. 22) $S_{ms} = S_s \times F_a$ $= 0,3 \text{ g} \times 2,34 = 0,702 \text{ g}$ $S_{m1} = S_1 \times F_v$ $= 0,25 \text{ g} \times 3,0 = 0,75 \text{ g}$ $S_{ds} = 2/3 \times S_{ms}$ $= 2/3 \times 0,91 \text{ g} = 0,468 \text{ g}$ $S_{d1} = 2/3 \times S_{m1}$ $= 2/3 \times 0,75 \text{ g} = 0,50 \text{ g}$

Tabel 4.3. Kategori desain seismik berdasarkan nilai S_{DS}

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 4.4. Kategori desain seismik berdasarkan nilai S_{D1}

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Dari tabel 4.3 dan 4.4 dapat diambil kesimpulan bahwa bangunan tersebut termasuk dalam kategori desain seismik D.

Tabel 4.5 Faktor R , C_d , dan Ω_0 (SNI 1726-2012)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kualifikasi sistem, Ω_0^a	Faktor pemrosesan defektil, C_d^a	Batasian sistem struktural dan batasian tinggi struktural, h_n (m) ^b				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^d
24 Dinding rangka ringar dengan panel geser dari semua material lainnya	2%	2%	2%	TB	TB	10	TB	TB
25 Rangka baja dengan bracing terkawang terhadap tekuk	8	2%	3	TB	TB	48	48	30
26 Dinding geser pelat baja khusus	7	2	8	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1 Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
2 Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5%	TB	TB	48	30	Ti
3 Rangka baja pemikul momen menengah	4%	3	4	TB	TB	10 ^{da}	T ^{da}	T ^{da}
4 Rangka baja pemikul momen biasa	2%	3	3	TB	TB	T ^{da}	T ^{da}	T ^{da}
5 Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
6 Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	Ti	Ti	Ti
7 Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	Ti	Ti	Ti	Ti
8 Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
9 Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	Ti	Ti	Ti
10 Rangka baja dan beton komposit terkawang panel pemikul momen	8	3	5%	48	48	30	Ti	Ti
11 Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	Ti	Ti	Ti	Ti
12 Rangka baja canal dengan pemikul momen khusus dengan pembatikan	3%	5 ^{da}	3%	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan pading sedini 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1 Rangka baja dengan bracing aksial	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB
2 Rangka baja dengan bracing konsektif khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
3 Dinding geser beton bertulang khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
4 Dinding geser beton bertulang biasa	8	2%	3	TB	TB	Ti	Ti	Ti
5 Rangka baja dan beton komposit dengan bracing aksial	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB
6 Rangka baja dan beton komposit dengan bracing konsektif khusus	8	2%	3	TB	TB	TB	TB	TB
7 Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7%	2%	8	TB	TB	TB	TB	TB
8 Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2%	8	TB	TB	TB	TB	TB
9 Dinding geser baja dan beton komposit biasa	8	2%	3	TB	TB	Ti	Ti	Ti
10 Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	3	3	TB	TB	TB	TB	TB
11 Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3%	TB	TB	Ti	Ti	Ti
12 Rangka baja dengan bracing terkawang terhadap tekuk	8	2%	3	TB	TB	TB	TB	TB
13 Dinding geser pelat baja khusus	8	2%	8%	TB	TB	TB	TB	TB
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan pading sedini 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1 Rangka baja dengan bracing konsektif khusus	8	2%	3	TB	TB	10	Ti	T ^{da}
2 Dinding geser beton bertulang khusus	8%	2%	3	TB	TB	48	30	30

Dari tabel 4.5 direncanakan Sistem Struktur Ganda dengan Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan

Dinding geser beton bertulang khusus berdasarkan kategori desain seismik D.

4.2 Preliminary Design

4.2.1 Kolom

$$\begin{aligned}\phi P_n(\max) &= 0,8 \phi [(0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \\ P_n(\max) &= 0,8 \phi [(0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \\ &= 0,8 [(0,85 \cdot 25 (A_g - 0,015 \cdot A_g) + 400 \cdot 0,015 \cdot A_g] \\ &= 0,8 [(21,25 \cdot (A_g - 0,015 \cdot A_g) + 6A_g] \\ &= 0,8 [21,25 A_g - 0,32 A_g + 6A_g] \\ A_g &= 0,0464 P_{n(\max)}\end{aligned}$$

Tabel 4.6 Preliminary Design Kolom

f_c	W	A	b	h	dimensi	A
(Mpa)	(Kg)	(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)
30	292176	112401.8	335.2638	335.2638	500 x 500	250000
25	292176	134882.2	367.2631	367.2631	800 x 550	440000

4.2.2 Balok

$$h = \frac{l}{16}$$

$$b = 0,5h$$

(Tabel 9.5(a) SNI 03-2847 2013)

Tabel 4.7 Preliminary Design Balok

Bentang	h min	b min	h pakai	b pakai	dimensi
L (cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
800	50	33.33333	70	35	70 x 35
800	50	33.33333	60	30	60 x 30

4.2.3 Plat

$$h_{\min} = \frac{l}{24} \text{ (bentang tepi)}$$

$$h_{\min} = \frac{l}{28} \text{ (bentang interior)}$$

(Tabel 9.5(a) SNI 03-2847 2013)

Tabel 4.8 Preliminary Design Plat

h	Ly	Lx	h	h pakai
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
ln/24	400	400	16.66667	17
ln/28	400	400	14.28571	15

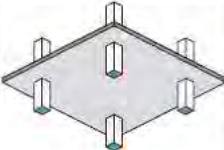
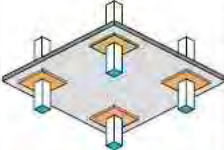
4.2.4 Prategang Slab

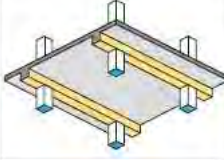
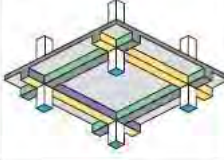
$$F = \frac{MT}{0,5h}$$

$$Ac = \frac{F}{0,5fc}$$

(T.Y.Lin dan Burns)

Tabel 4.9 Peraturan Preliminary slab beton prategang (freyssinet)

	Diagram	Service load (kN/m ²)	L/h ratio (with possible variations)
Slab floor (load-bearing in both directions) Relatively light or medium service loads.		1.5	45
		2.5	40
		5	35
Slab floor with capitals Same applications but for larger spans and medium service loads. Capital drop between 0.75 h and 1.5 h and overhang between 3 h and 6 h.		1.5	50
		2.5	45
		5	40

Slab load-bearing in a single direction Recommended for floors with a prevailing span in one direction.		1.5	55
		2.5	45
		5	35
Slab load-bearing in both directions Spans approximately equal in both directions.		1.5	70
		2.5	60
		5	50

Slab pratayang direncanakan dua arah dengan balok pinggir sehingga rasio $L/h = 70$

$$L_x/70 = 12/70 = 0,171 \text{ meter}$$

$$L_y/70 = 24/70 = 0,342 \text{ meter}$$

4.3 Pembebanan

4.3.1 Beban Hidup (*Live Load*)

Beban Hidup Ruang Perkantoran (L) sebesar 240 Kg/m^2 . Beban hidup tereduksi 20% menurut SNI 1729-2013 Pasal 4.7.3, yaitu :

$$L_{\text{reduksi}} = L_o(0,25 + 4,57/\sqrt{K_{LL} A_t})$$

$$L_{\text{reduksi}} = 244,468(0,25 + 4,57/\sqrt{4 \times 36})$$

$$L_{\text{reduksi}} = 154,332 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup Ruang pertemuan (L) sebesar 488 Kg/m^2 . Beban hidup tereduksi 20% menurut SNI 1729-2013 Pasal 4.7.3, yaitu :

$$L_{\text{reduksi}} = 390 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup Kamar tidur (L) sebesar 195 Kg/m². Beban hidup tereduksi 20% menurut SNI 1729-2013 Pasal 4.7.3, yaitu :

$$L_{\text{reduksi}} = 156 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup Tempat Parkir Mobil (L) sebesar 195 Kg/m². Beban hidup tereduksi 20% menurut SNI 1729-2013 Pasal 4.7.3, yaitu :

$$L_{\text{reduksi}} = 156 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup Tempat Parkir Mobil (L) sebesar 390 Kg/m². Beban hidup tereduksi 20% menurut SNI 1729-2013 Pasal 4.7.3, yaitu :

$$L_{\text{reduksi}} = 312 \text{ kg/m}^2$$

4.3.2 Beban Hidup Atap (*Live Roof Load*)

Beban hidup atap (L_0) sebesar 96 Kg/m². Beban hidup tereduksi menurut persamaan SNI 1729-2013 Pasal 4.8.2, yaitu :

$$L_r = L_0 R_1 R_2$$

$$\text{dimana } 58 \text{ Kg/m}^2 \leq L_r \leq 96 \text{ Kg/m}^2$$

Faktor Reduksi :

$$R_1 = 0,6 \rightarrow \text{karena } A_T = 205 \text{ m}^2 \text{ (lantai 2' (7-11 ; A-E))} \geq 55,74 \text{ m}^2$$

$$R_2 = 1,0 \rightarrow \text{karena } F = 0,12 \times 0 \text{ (derajat kemiringan atap)} = 0 \leq 4$$

$$\begin{aligned} L_r &= L_0 R_1 R_2 \\ &= 97,86 \text{ Kg/m}^2 \times 0,6 \times 1,0 \\ &= 58,72 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, (L_r) yang di pakai sebesar 58 Kg/m²

4.3.3 Beban Mati Tambahan (*Dead Load*)

a) Beban Spesi

Menurut brosur perata lantai MU-440 dengan tebal 20 mm daya sebar $\pm 1,5 \text{ m}^2$ membutuhkan 50 kg MU-440 + 7 Kg kebutuhan air. Jadi kebutuhan spesi :

$$\text{Berat Spesi}(20 \text{ mm}) = (50 \text{ kg} + 7 \text{ kg}) / 1,5 \text{ m}^2 = 38 \text{ kg/m}^2$$

b) Beban Keramik

Menurut brosur keramik Venus Tiles dengan tipe Homogeneous Tile per carton dengan luasan $1,44 \text{ m}^2$ mempunyai berat sebesar 25,44 Kg. Jadi,

$$\text{Berat Keramik} = 25,44 \text{ Kg} / 1,44 \text{ m}^2 = 17 \text{ kg/m}^2$$

c) Berat Plafon

Berat plafon terdiri dari berat kalsiboard (papan), penggantung (panel), dan rangka (panel).

- Berat kalsiboard

Menurut brosur kalsi berat kalsiboard 14 kg dengan ukuran 1220 mm x 2440 mm sehingga, berat kalsiboard = $4,83 \text{ Kg/m}^2$

- Berat Penggantung

Menurut brosur ALEX (Plastic Aluminium Composite Panel) berat panel 4 mm = $5,48 \text{ kg/m}^2$. Kebutuhan panel untuk penggantung dengan ukuran kalsiboard tersebut adalah $0,39 \text{ m}^2$, sehingga kebutuhan penggantung = $5,48 \text{ kg/m}^2 \times 0,39 \text{ m}^2 = 2,16 \text{ kg/papan}$. Jadi kebutuhan penggantung = $2,16 \text{ kg} / 1220 \text{ mm} / 2440 \text{ mm} = 0,72 \text{ kg/m}^2$.

- Berat Rangka Panel

Menurut brosur ALEX (Plastic Aluminium Composite Panel) berat panel 4 mm = $5,48 \text{ kg/m}^2$. Kebutuhan panel untuk penggantung dengan ukuran kalsiboard tersebut adalah $0,78 \text{ m}^2$, sehingga kebutuhan penggantung = $5,48 \text{ kg/m}^2 \times 0,78 \text{ m}^2 = 4,29 \text{ kg/papan}$. Jadi kebutuhan penggantung = $4,29 \text{ kg} / 1220 \text{ mm} / 2440 \text{ mm} = 1,44 \text{ kg/m}^2$.

Jadi berat total plafon = $4,83 \text{ Kg/m}^2 + 0,72 \text{ kg/m}^2 + 1,44 \text{ kg/m}^2 = 7 \text{ Kg/m}^2$.

d) Berat Dinding Bata Ringan

Menurut brosur Bata Ringan Citicon berat jenis bata ringan (BJ) sebesar 600 kg/m^3 , jadi berat bata ringan ketika menggunakan tebal 150 mm, yaitu :

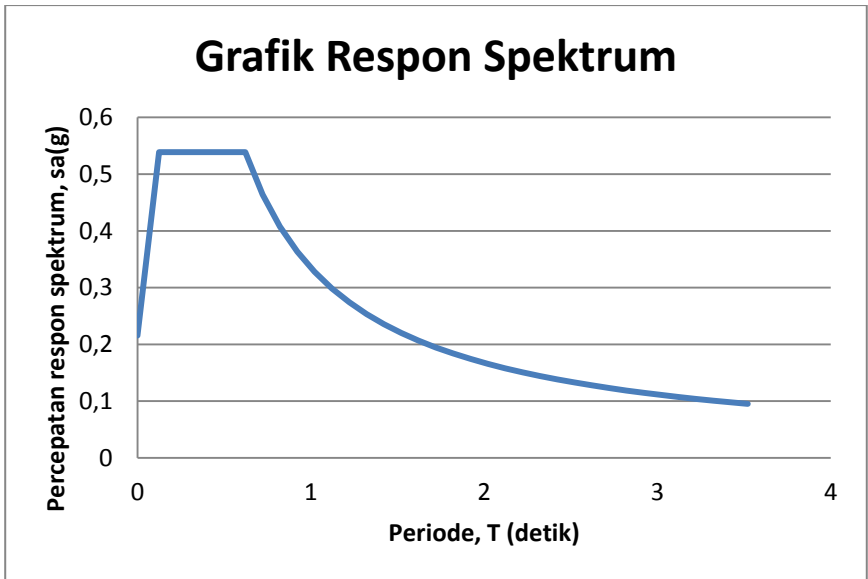
$$\begin{aligned} \text{Bata Ringan} &= 600 \text{ kg/m}^3 \times 0,150 \text{ m} \\ &= 90 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

4.3.4 Beban Gempa

4.3.4.1 Grafik Respon Respon Spektrum

Tabel 4.10 Grafik respon spektrum

T	T	S _a
0	0	0.2155
T ₀	0.1244	0.5387
T _s	0.6219	0.5387
T _s +0.1	0.7219	0.464
T _s +0.2	0.8219	0.4076
T _s +0.3	0.9219	0.3634
T _s +0.4	1.0219	0.3278
T _s +0.5	1.1219	0.2986
T _s +0.6	1.2219	0.2742
T _s +0.7	1.3219	0.2534
T _s +0.8	1.4219	0.2356
T _s +0.9	1.5219	0.2201
T _s +1	1.6219	0.2065
T _s +1.1	1.7219	0.1946
T _s +1.2	1.8219	0.1839
T _s +1.3	1.9219	0.1743
T _s +1.4	2.0219	0.1657
T _s +1.5	2.1219	0.1579
T _s +1.6	2.2219	0.1508
T _s +1.7	2.3219	0.1443
T _s +1.8	2.4219	0.1383
T _s +1.9	2.5219	0.1328
T _s +2	2.6219	0.1278
T _s +2.1	2.7219	0.1231
T _s +2.2	2.8219	0.1187
T _s +2.3	2.9219	0.1147
T _s +2.4	3.0219	0.1109
T _s +2.5	3.1219	0.1073
T _s +2.6	3.2219	0.104
T _s +2.7	3.3219	0.1008
T _s +2.8	3.4219	0.0979
T _s +2.9	3.5219	0.0951



Gambar 4.1 Grafik Respon Spektrum

4.3.4.2 Mencari Nilai I

Karena pada perencanaan bangunan ini adalah kategori bangunan Gedung apartemen maka di lihat pada SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa.

Tabel 4.11 Kategori Resiko I**Tabel 1-** Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko III/IV termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mal - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	I
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pemangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, termasuk tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tenaga pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang ditetapkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	II

Tabel 4.12 Faktor Keutamaan Gempa Nilai I

Tabel 1- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (lanjutan)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang diunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan non-mental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan ancaman perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung ar atau material atau peralatan pemadam kebakaran yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Tabel 2- Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sehingga Faktor keutamaan (I) bangunan ini adalah $= 1,0$ (SNI Gempa-1726-2012).

4.3.4.3 Mencari Nilai R

Karena pada perencanaan bangunan ini menggunakan Sistem Ganda.

Setelah menentukan jenis sistem rangka pemikul momennya maka lihat SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa sebagai berikut:

Tabel 4.13 Faktor Daktilitas Struktur Gedung R

D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bracing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bracing konsentris	8	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing konsentris khusus	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	8	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3%	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja dengan bracing tekakang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2%	6%	TB	TB	TB	TB	TB

Faktor daktilitas struktur gedung (R) menurut Sistem Ganda Dinding geser khusus dan Rangka pemikul momen khusus = 7, Sehingga Nilai R pada bangunan ini adalah 7

4.3.4.4 Menghitung gaya nominal gempa (V_n/E)

$$V_n = \frac{g \cdot I}{R}$$

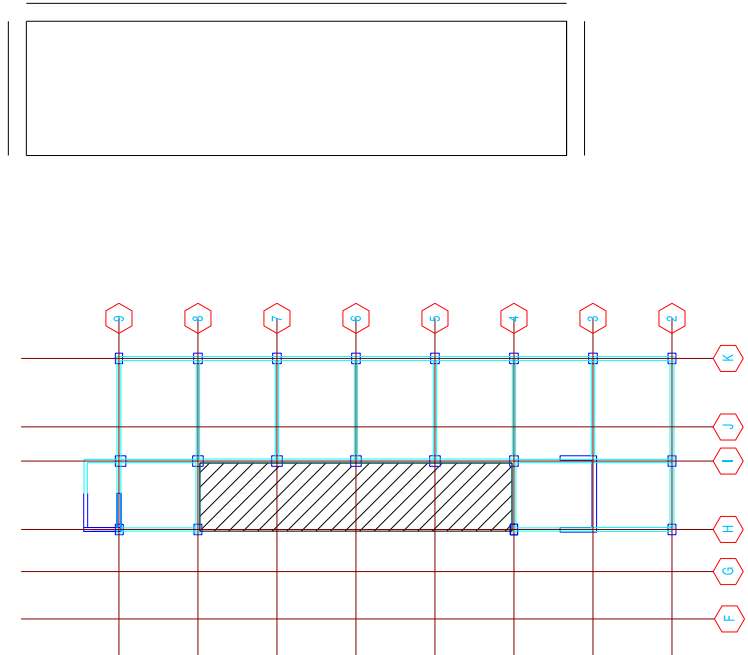
$$E_x = \frac{g \cdot I}{R} \approx E_y = 30\% E_x$$

$$E_x = \frac{9,81 \cdot 1,0}{7} = 1,4$$

$$E_y = 30\% \cdot 1,4 = 0,44$$

4.4 Gaya Prategang

4.4.1 Slab Prategang Satu Arah



Gambar 4.2 Slab Prategang satu arah ketiga sisi ditumpu menerus

$$L_x = 5,2 \text{ m}$$

$$L_y = 24 \text{ m}$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 30000 \text{ Mpa}$$

$$\text{Beban Hidup} = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Dicoba tebal plat} = 250 \text{ mm}$$

$$L_y/L_x = 24/12 = 2$$

$$q_{DL} = 0,25 \times 24 = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{tot}} = 1,56 + 6 = 7,56 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Lx} = 0,001 \times 7,56 \times 24^2 \times 58 = 250 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ly} = 0,001 \times 7,56 \times 24^2 \times 15 = 65 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{tx} = 0,001 \times 7,56 \times 24^2 \times 82 = 357 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ty} = 0,001 \times 7,56 \times 24^2 \times 53 = 230 \text{ kN/m}^2$$

Untuk 1 meter lebar pelat :

$$A = 1000 \times 250 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$W = 1/6 \times 1000 \times 250^2 = 10,42 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$e = 170 - 75 = 95 \text{ mm}$$

$$\sigma_{is} = 0,5 \sqrt{40} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$3,2 = -\frac{P}{170000} - \frac{P \times 95}{10,42 \times 10^6} + \frac{357 \times 10^6}{10,42 \times 10^6}$$

$$P = 2595 \text{ kN}$$

Tabel 4.14 Tipe Strand (Prestressing Manual Freyssinet)

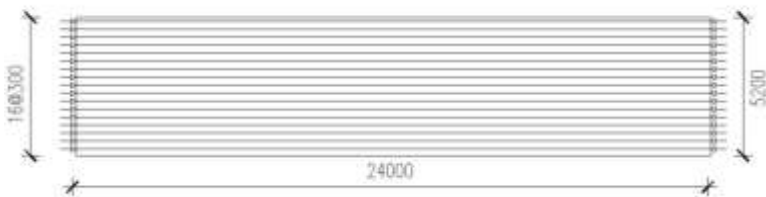
TYPES	DIAMETER RANGE	BREAKING STRENGTH	SHAPE
Plain Round Wire	2.5 mm. - 8 mm.	9.87 kN - 69 kN	
Indented Wire	4 mm. - 7 mm.	23 kN - 61 kN	
Strands - 3Ply	3.0mm. x 3 Wire	38.25 kN	
Strands - 7Ply	9.5mm. - 15.7mm.	89 kN - 265 kN	
Threaded Bar (McALLOY)	20 mm. - 40 mm.	173 kN - 691 kN	

Tabel 4.15 Jenis dan Karakter Strand (Prestressing Manual Freyssinet)

STANDARD	GRADE	SIZE	NOM. DIA. mm.	NOM. SECTION mm. ²	NOM. WEIGHT Kg/m	SPECIFIED BREAKING LOAD		SPECIFIED LOAD AT 1% ELONGATION	
						kN	kips	kN	kips
Euronorm 138-6/79 Standard	1770 MPa	½" - T13	12.50	93.00	0.730	164	36.9	139	31.3
	1860 MPa	½" - T13	12.50	93.00	0.730	173	38.9	147	33.1
	1670 MPa	0.6" - T15	15.20	139.0	1.090	232	52.2	197	44.3
	1770 MPa	0.6" - T15	15.20	139.0	1.090	246	55.3	209	47.0
Euronorm 138-6/79 Super	1860 MPa	½" - T13	12.90	100.0	0.785	186	41.8	158	35.5
	1770 MPa	5/8" - T13	15.70	150.0	1.180	265	59.6	225	50.6
A.S.T.M. A 416/80	250 kpsi	½" - T13	12.70	92.90	0.730	160.1	36.0	144.2	32.4
	270 kpsi	½" - T13	12.70	98.71	0.775	183.7	41.3	165.4	37.2
	250 kpsi	0.6" - T15	15.24	139.35	1.094	240.2	54.0	216.3	48.6
	250 kpsi	0.6" - T15	15.24	140.00	1.102	260.7	58.6	234.7	52.8

Direncanakan menggunakan tendon 4 strand dengan tipe strand - 7Ply dan jenis strand A.S.T.M A 416/80 grade 270 kpsi 12,7 mm. Dipakai tendon dengan breaking load = $4 \times 183,7 \text{ kN} = 957 \text{ kN}$.

Jumlah tendon per meter = $\frac{675,71}{957} = 3$ buah dan Jumlah tendon untuk sisi pendek $5,2 \times 3 = 17$ buah.

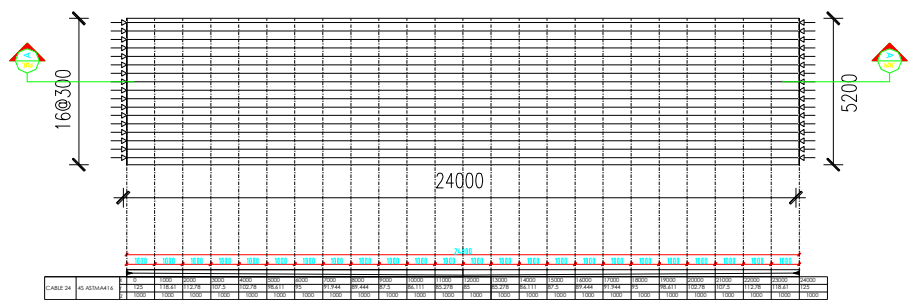


Gambar 4.3 Susunan Kabel Prategang Pelat Satu Arah

Tabel 4.17 Posisi tendon arah y terhadap cgs

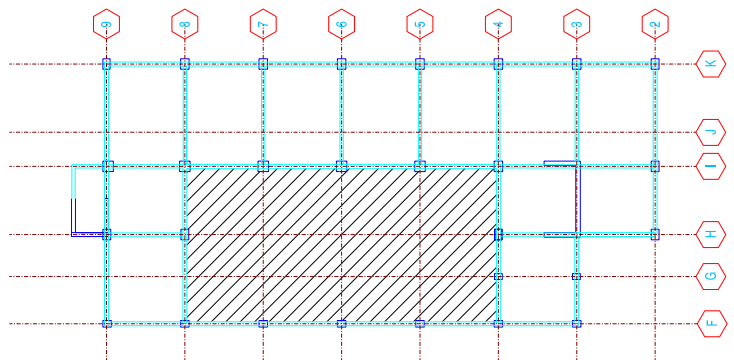
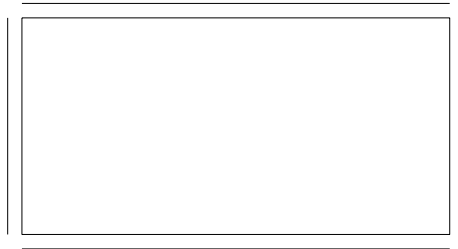
x (m)	y (mm)	a	b	C
0	125	0.277778	-6.667	125
1	118.611	0.277778	-6.667	125
2	112.778	0.277778	-6.667	125
3	107.5	0.277778	-6.667	125
4	102.778	0.277778	-6.667	125
5	98.6111	0.277778	-6.667	125
6	95	0.277778	-6.667	125
7	91.9444	0.277778	-6.667	125
8	89.4444	0.277778	-6.667	125
9	87.5	0.277778	-6.667	125
10	86.1111	0.277778	-6.667	125
11	85.2778	0.277778	-6.667	125

12	85	0.277778	-6.667	125
13	85.2778	0.277778	-6.667	125
14	86.1111	0.277778	-6.667	125
15	87.5	0.277778	-6.667	125
16	89.4444	0.277778	-6.667	125
17	91.9444	0.277778	-6.667	125
18	95	0.277778	-6.667	125
19	98.6111	0.277778	-6.667	125
20	102.778	0.277778	-6.667	125
21	107.5	0.277778	-6.667	125
22	112.778	0.277778	-6.667	125
23	118.611	0.277778	-6.667	125
24	125	0.277778	-6.667	125



Gambar 4.6 Koordinat tendon

4.4.2 Slab Prategang Dua Arah



Gambar 4.4 Slab Prategang dua arah keempat sisi ditumpu menerus

$$L_x = 12 \text{ m}$$

$$L_y = 24 \text{ m}$$

$$f_c = 50 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 30000 \text{ Mpa}$$

$$\text{Beban Hidup} = 4,9397 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Dicoba tebal plat} = 250 \text{ mm}$$

$$L_y/L_x = 24/12 = 2$$

$$q_{DL} = 0,25 \times 24 = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tot} = 4,9397 + 6 = 10,9397 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Lx} = 0,001 \times 10,9397 \times 24^2 \times 58 = 250 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ly} = 0,001 \times 10,9397 \times 24^2 \times 15 = 65 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{tx} = 0,001 \times 10,9397 \times 24^2 \times 82 = 357 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ty} = 0,001 \times 10,9397 \times 24^2 \times 53 = 230 \text{ kN/m}^2$$

Untuk 1 meter lebar pelat :

$$A = 1000 \times 250 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$W = 1/6 \times 1000 \times 250^2 = 10,42 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$e = 170 - 75 = 95 \text{ mm}$$

$$\sigma_{ts} = 0,5 \sqrt{40} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$3,2 = -\frac{P}{170000} - \frac{P \times 95}{10,42 \times 10^6} + \frac{357 \times 10^6}{10,42 \times 10^6}$$

$$P = 2595 \text{ kN}$$

Direncanakan menggunakan tendon 4 strand dengan tipe strand - 7Ply dan jenis strand A.S.T.M A 416/80 grade 270 kpsi 12,7 mm. Dipakai tendon dengan breaking load = $4 \times 183,7 \text{ kN} = 957 \text{ kN}$.

Jumlah tendon per meter = $\frac{675,71}{957} = 3$ buah, untuk jumlah tendon sisi pendek $12 \times 3 = 36$ buah dan jumlah tendon untuk sisi pendek $24 \times 3 = 72$ buah.

Lendutan :

$$w_x = \frac{8Pe}{L_x^2} = \frac{8 \times 414,85 \times 0,095}{12^2} = 3,56 \text{ kN/m}^2$$

$$w_y = \frac{8Pe}{L_x^2} = \frac{8 \times 414,85 \times 0,095}{24^2} = 0,89 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{ub} = 10,93 - 3,56 - 0,89 = 6,48 \text{ kN/m}^2$$

Dengan menggunakan koefisien lendutan yang direkomendasikan oleh Timoshenko (1959), untuk $L_y/L_x = 2,0$; $\beta = 0,00292$ dan $v_c = 0,2$

$$H = \frac{E_c h^3}{12(1-v_c^2)} = \frac{30000 \times 250^3}{12(1-0,2^2)} = 4,06 \times 10^{10}$$

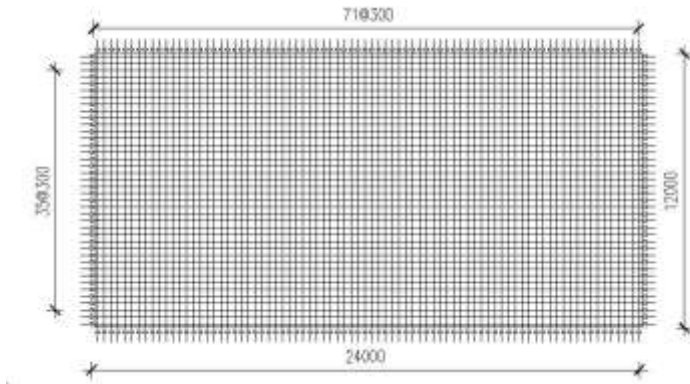
$$w_{maks} = \beta \frac{qL_x^4}{H} = 0,00292 \left(\frac{0,00288 \times 12000^4}{1,28 \times 10^{10}} \right) = 12 \text{ mm}$$

Lendutan jangka panjang didapatkan dari lendutan jangka pendek yang dikalikan dengan faktor λ , $\epsilon = 2$ (5 tahun atau lebih) dan $\rho = 0,0063$.

$$w_{maks} \times \frac{\epsilon}{1 + 50\rho} = 19 \text{ mm}$$

Lendutan yang diijinkan $Lx/240 = 12000/240 = 0,05$ m (SNI 7833 2012).

Jarak antar kabel sisi pendek = $0,9 \times 12 \times 1000 / 36 = 300$ mm. Dan jarak antar kabel sisi panjang = $0,9 \times 24 \times 1000 / 72 = 300$ mm



Gambar 4.5 Susunan Kabel Prategang Pelat Dua Arah

Posisi tendon terhadap cgs prategang arah x :

Tabel 4.16 Posisi tendon arah x terhadap cgs

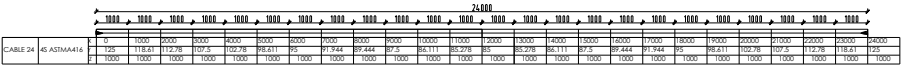
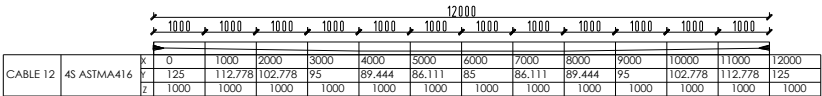
x (m)	y (mm)	a	b	c
0	125	1.25	-15	125
1	138.467	1.666667	-20	156.8
2	123.467	1.666667	-20	156.8
3	111.8	1.666667	-20	156.8
4	103.467	1.666667	-20	156.8
5	98.4667	1.666667	-20	156.8
6	96.8	1.666667	-20	156.8
7	98.4667	1.666667	-20	156.8
8	103.467	1.666667	-20	156.8
9	111.8	1.666667	-20	156.8
10	123.467	1.666667	-20	156.8
11	138.467	1.666667	-20	156.8
12	156.8	1.666667	-20	156.8

Posisi tendon terhadap cgs prategang arah y :

Tabel 4.17 Posisi tendon arah y terhadap cgs

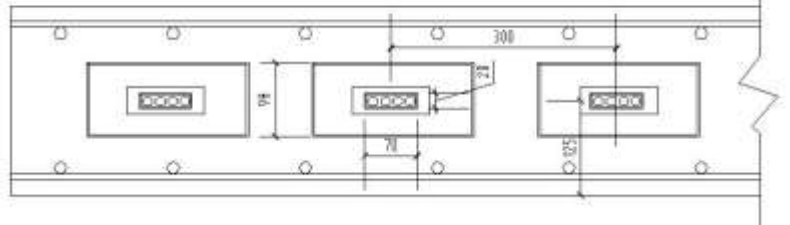
x (m)	y (mm)	a	b	C
0	125	0.277778	-6.667	125
1	118.611	0.277778	-6.667	125
2	112.778	0.277778	-6.667	125
3	107.5	0.277778	-6.667	125
4	102.778	0.277778	-6.667	125
5	98.6111	0.277778	-6.667	125
6	95	0.277778	-6.667	125
7	91.9444	0.277778	-6.667	125

8	89.4444	0.277778	-6.667	125
9	87.5	0.277778	-6.667	125
10	86.1111	0.277778	-6.667	125
11	85.2778	0.277778	-6.667	125
12	85	0.277778	-6.667	125
13	85.2778	0.277778	-6.667	125
14	86.1111	0.277778	-6.667	125
15	87.5	0.277778	-6.667	125
16	89.4444	0.277778	-6.667	125
17	91.9444	0.277778	-6.667	125
18	95	0.277778	-6.667	125
19	98.6111	0.277778	-6.667	125
20	102.778	0.277778	-6.667	125
21	107.5	0.277778	-6.667	125
22	112.778	0.277778	-6.667	125
23	118.611	0.277778	-6.667	125
24	125	0.277778	-6.667	125

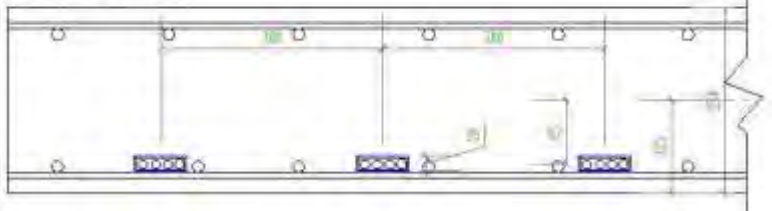


Gambar 4.6 Koordinat tendon

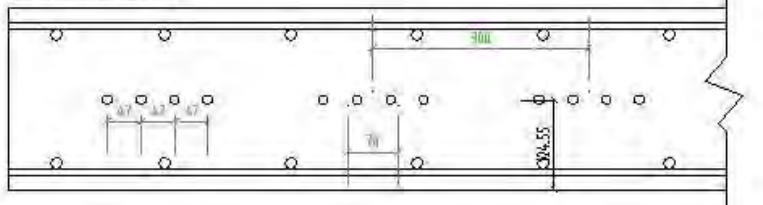
Y	125
Z	0



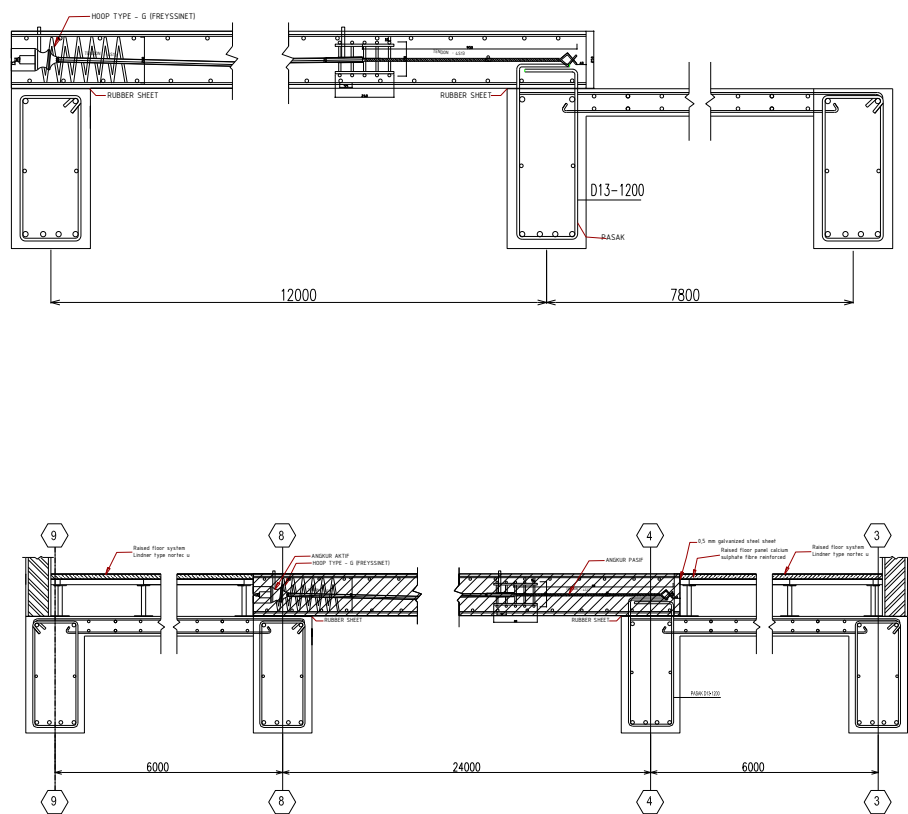
Y	85
Z	12000



Y	124,55
Z	23930



Gambar 4.7 Potongan melintang tendon pada pelat



Gambar 4.8 Potongan memanjang tendon

4.5 Kehilangan Prategang Pelat Pascatarik

4.5.1 Kehilangan Akibat Deformasi Elastis

$$P = 2595 \text{ kN}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_c = 30 \text{ kN/mm}^2$$

$$A_{ps} = 296,128 \text{ mm}^2$$

$$e = 95 \text{ mm}$$

$$A = 1000 \times 170 = 170000 \text{ mm}^2$$

$$I = 1/12 \times 1000 \times 170^3 = 6141250000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_e = (E_s / E_c) = 6,66666667$$

$$\text{Tegangan awal pada baja} = (2595 \times 10^3 / 296,128) = 1400,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan pada beton, } f_c$$

$$= \left(\frac{2595 \times 10^3}{17 \times 10^4} \right) + \left(\frac{2595 \times 10^3 \times 95 \times 95}{6141,25 \times 10^6} \right) \\ = 11 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kehilangan prategang akibat deformasi elastis beton (ES)}$$

$$= \alpha_e f_c$$

$$= (6,66666667 \times 11) = 81 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Presentase kehilangan tegangan pada baja} = (81 \times 100 / 1400,91) = 5,78 \%$$

4.5.2 Kehilangan Akibat Penyusutan Beton

Tegangan awal pada kawat = $P / A_{ps} = (414,85 \times 10^3 / 296,128) = 1400,91 \text{ Mpa}$

Regangan susut sisa total = 300×10^{-6} satuan

Jadi, kehilangan tegangan (SH) = $(300 \times 10^{-6}) (200 \times 10^3) = 56 \text{ N/mm}^2$

Jadi, presentase kehilangan tegangan = $(56 / 8766 \times 100) = 0,64 \%$

4.5.3 Kehilangan Akibat Rangkak Beton

Koefisien rangkak (k_{cr}) = 2,0

$$f_c = \frac{2595 \times 10^3}{170000} + \left(\frac{2595 \times 10^3 \times 95 \times 95}{6141,25 \times 10^6} \right) = 10 \text{ N/mm}^2$$

Kehilangan tegangan (CR) = $(k_{cr} \times f_c \times \alpha_e) = (2,0 \times 2,44 \times 6,66666667)$

$$= 143 \text{ N/mm}^2$$

Jadi, presentase kehilangan tegangan = $(143 / 8766 \times 100) = 1,6 \%$

4.5.4 Kehilangan Akibat Relaksasi Tegangan Baja

$$K_{re} = 4I \text{ (Lin dan Burns, 1996)}$$

$$J = 0,15 \text{ (Lin dan Burns, 1996)}$$

$$C = 1,45 \text{ (Lin dan Burns, 1996)}$$

Kehilangan tegangan pada baja (RE),

$$RE = [41 - 0,15(81+57+143)] (1,45) = 1,9 \text{ N/mm}^2$$

Jadi, presentase kehilangan tegangan = $(1,9 / 8766 \times 100) = 0,021 \%$

4.5.5 Kehilangan Akibat Gesekan Tendon

Kemiringan apada ujung = $(4e)/(1000 \times L_y) = 0,014$

$$\alpha = 2 \times 0,014 = 0,028$$

$$K = 0,0026$$

$$\mu = 0,25$$

$$P_x = P_o(1 - (\mu\alpha + Kx))$$

$$\text{Kehilangan Tegangan} = P_o(\mu\alpha + Kx)$$

$$\text{Kehilangan Tegangan}$$

$$= P_o(0,25 \times 0,028 + 0,0026 \times 24)$$

$$= 0,0694 P_o = 6,94 \%$$

4.5.6 Kehilangan Akibat Slip Angkur

Kemiringan apada ujung = $(4e)/(1000 \times L_y) = 0,014$

$$\alpha = 2 \times 0,014 = 0,028$$

$$K = 0,0026$$

$$\mu = 0,25$$

$$a = 85 \text{ mm}$$

$$b = 24 \text{ m}$$

$$c = 5 \text{ mm}$$

$$\lambda = 2\mu \frac{a}{b^2} + K = 0,00289$$

$$X = \sqrt{\frac{E_p d}{\lambda P_x}} = \sqrt{\frac{1,91 \times 10^{11} \times 0,005}{0,00289 \times 8,7 \times 10^9}} = 6,1 \text{ m}$$

$$P_s = 2E_p \frac{d}{x} = 315 \text{ MPa}$$

$$presentase = \frac{P_s}{P_x} \times 100\% = 3,55\%$$

4.6 Kontrol Tegangan

Kehilangan total

Presentase total kehilangan prategang

$$0,9 \% + 0,6 \% + 1,6 \% + 0,021 \% + 6,94 \% + 3,55\% = 13,68 \% < 20\% \text{ (Khrisna Raju)}$$

4.7 Kontrol Lendutan

$$E_c = 30 \text{ kN/mm}^2$$

$$\text{Beban Hidup} = 1,543 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{DL} = 0,17 \times 24 = 4,08 \text{ kN/m}^2$$

$$f_c = 40 \text{ Mpa}$$

$$K = 3,0, w_u = 3,0, \alpha = 2,0$$

$$e_x = 170 / 2 - 30 = 55 \text{ mm}$$

$$e_y = 55 - 20 = 35 \text{ mm}$$

$$h_x = 55 / 2 + 55 = 82,5 \text{ mm}$$

$$h_y = (55 + 50) / 2 = 82,5 \text{ mm}$$

$$P = 108 \text{ kN/m}$$

$$w_{bx} = \frac{8 h_x P_x}{L^2} = \frac{8 \times 0,0825 \times 108}{12^2} = 1,9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{by} = \frac{8 h_y P_y}{L^2} = \frac{8 \times 0,0825 \times 108}{24^2} \\ = 0,475 \text{ kN/m}^2$$

$$w_b = w_{bx} + w_{by} = 1,9 + 0,475 = 2,38 \text{ kN / m}^2$$

$$q_u = q_{DL} - w_b + 0,6 q_{LL} = 4,08 - 2,38 + 0,6 \times \\ (1,543) = 2,63 \text{ kN / m}^2$$

$$L_y/L_x = 24/12 = 2$$

$$M_{ty} = 0,001 \times 2,63 \times 12^2 \times 53 = 20,06 \text{ kN/m}^2$$

$$A = 1000 \times 170 = 170000 \text{ mm}^2$$

$$W = 1/6 \times 1000 \times 170^2 = 4,82 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$f_a = -\frac{P}{A} - \frac{Pe}{W} + \frac{M}{W} \\ = -\frac{108000}{170000} - \frac{108000 \times 55}{4,82 \times 10^6} + \frac{20,06 \times 10^5}{4,82 \times 10^6} \\ = -0,88 \text{ N/mm}^2$$

$$f_b = -\frac{P}{A} + \frac{Pe}{W} - \frac{M}{W} \\ = -\frac{414850}{170000} - \frac{4141850 \times 55}{4,82 \times 10^6} + \frac{20,06 \times 10^5}{4,82 \times 10^6} \\ = 0,0155 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ts} = 0,5\sqrt{40} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cs} = 0,45 \times 40 = 18 \text{ N/mm}^2$$

Karena $f_a \leq \sigma_{cs}$ dan $f_b \leq \sigma_{ts}$ maka tidak ada kemungkinan terjadi retak pada pelat dan inersia yang digunakan adalah inersia penampang utuh, I_g :

$$I_g = 1/12 \times 1000 \times 170^3 = 4,09 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} w_{ux} &= \frac{L_y^4}{\alpha L_x^4 + L_y^4} w_u \\ &= \frac{24^4}{(2 \times 12^4) + 24^4} \times 2,63 = 2,34 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Lendutan jangka pendek :

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{2 w_{ux} L_x^4}{384 E_c I_g} = \frac{2 \times 2,34 \times 12000^4}{384 \times 30000 \times 4,09 \times 10^8} \\ &= 20,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jika porsi beban tetap yang bekerja adalah 60% dan porsi beban hidup yang bekerja adalah 30%, maka :

$$\begin{aligned} q_{sus} &= 0,6 q_{DL} - w_b + 0,3 q_{LL} \\ &= 0,6 \times 4,08 - 2,38 + 0,3 \times (1,543) \\ &= 0,5 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

$$\delta_{sus} = \frac{q_{sus}}{w_{ux}} \delta = \frac{0,5}{2,34} \times 20,5 = 4,17 \text{ mm}$$

$$\delta_{cr} = \varphi_\ell \delta_{sus} = 2,5 \times 4,17 = 10,44 \text{ mm}$$

Jika regangan susut akhir adalah $\varepsilon_{sh} = 0,0005$; maka :

$$k_{sh} = \frac{0,3 \varepsilon_{sh}}{h} = \frac{0,3 \times 0,0005}{170}$$

$$= 8,82 \times 10^{-7} mm^{-1}$$

$$\beta = 0,09$$

$$\delta_{sh} = \beta k_{sh} L_e^2$$

$$= 0,09 \times 8,82 \times 10^{-7} \times 12000^2$$

$$= 11,43 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \delta_{tot} &= \delta + \delta_{cr} + \delta_{sh} = 20,5 + 10,44 + 11,43 \\ &= 42,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jika dihitung tebal pelat yang cukup untuk menahan lendutan sebesar 42,2 mm, maka:

$$\frac{L_e}{h} \leq K \sqrt[3]{\left[\frac{\left(\frac{\delta}{L_e} \right) 1000 E_c}{w_u + 3w_{us}} \right]} \leq 55$$

$$\frac{12000}{h} \leq 3,0 \sqrt[3]{\left[\frac{\left(\frac{42,4}{12000} \right) 1000 \times 30000}{2,63 + 3 (4,08)} \right]}$$

$$h \leq 207,8 \text{ mm}$$

Hasil perkiraan tebal pelat lebih besar daripada perhitungan pelat semula sebesar 170 mm, sehingga tebal pelat harus dirubah menjadi 250 mm.

4.8 Desain Tulangan Angkur

Hasil desain tendon menggunakan tendon 4 S 13 dengan $P = 514 \text{ kN}$ dengan tebal penampang 250 mm .

Direncanakan tulangan angkur :

$$f_{ys} = 320 \text{ Mpa}$$

$$h \text{ (tinggi angkur)} = 100 \text{ mm}$$

Gaya tarik luar :

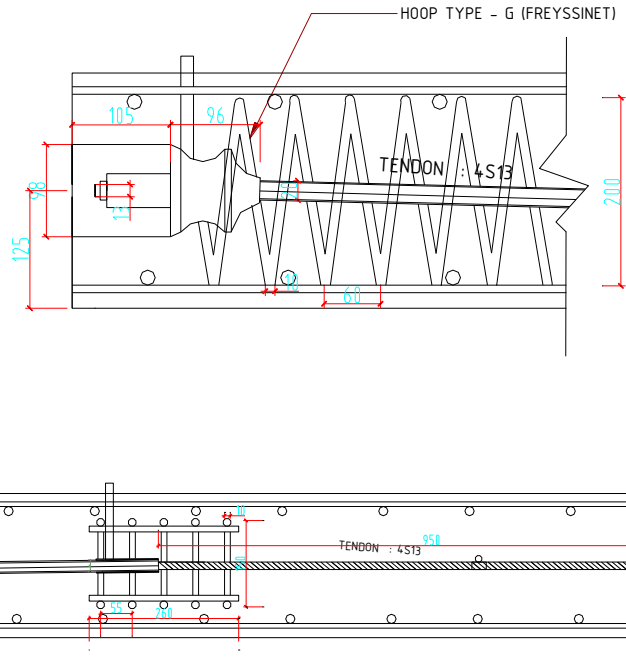
$$T_b = \frac{P}{4} \left(1 - \frac{h}{H} \right)$$

$$T_b = \frac{514000}{4} \left(1 - \frac{100}{250} \right) = 77154 \text{ N}$$

$$A_{sb} = \frac{T_b}{f_{ys}} = \frac{77154}{320} = 241 \text{ mm}^2$$

jenis	dimensi		jumlah	Av(mm2)
	diameter(mm)	luas(mm2)		
Ø 8	8	50.24	2	100.48

Jumlah sengkang adalah $241/100,48 = 2,4$ dipakai 3 buah dan sengkang dipasang pada jarak antara $0,2 H - 1H$ atau diambil $0,8H = 0,8 \times 250 = 200 \text{ mm}$ sehingga spasi sengkang adalah $200/3 = 66,667 \text{ mm}$ dipakai 50 mm .



Gambar 4.9 Angkur aktif dan pasif tendon

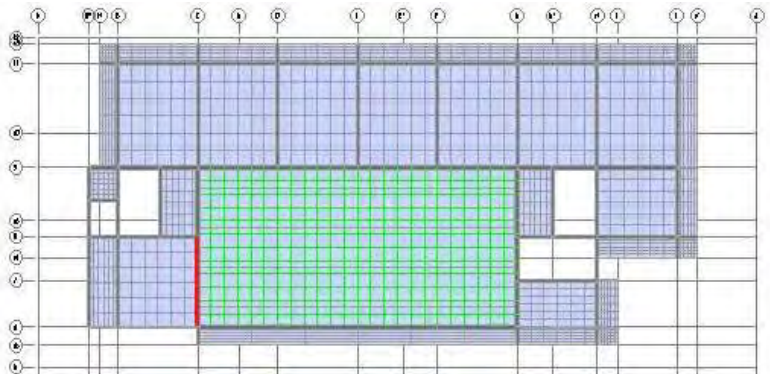
4.9 Desain Pasak

Desain pasak direncanakan sebagai berikut :

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$l_{vh} = 6475 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,6$$



Gambar 4.10 Balok As 8F - As 8H lantai 3

Concrete Design Data: ACI 318-02

ACI 318-02 BEAM SECTION DESIGN Type: Two Special Units: mm, m, C (Summary)

L=4.000
 Element : 382 B=0.000 D=0.500 bf=0.500
 Station loc : 0.000 d1=0.000 d2=0.000 dch=0.000
 Section ID : 8-2 S=27691410.0 fc=30000.000 LT-UT.=1.000
 Combo ID : RC000 fy=400000.000 fys=400000.000

Phi(Bending): 0.900
 Phi(Shear): 0.750
 Phi(Seis Shear): 0.600
 Phi(Torsion): 0.750

Design Moments, M2				
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	162.026	-324.053	162.026	-324.053

Flexural Reinforcement for Moment, M2				
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (-2 Axis)	0.001	0.000	0.001	0.001
Bottom (+2 Axis)	0.217E-04	6.163E-04	0.000	0.217E-04

Shear Reinforcement for Shear, V2				
	Design Rebar	Shear Rebar	Shear Rebar	Shear Rebar
	5.950E-04	307.619	201.931	105.668

Reinforcement for Torsion, T				
	Rebar	Rebar	Torsion Rebar	Critical Rebar
	0.733E-04	0.002	305.110	21.350

Area		Perimeter	
Re	As	Re	Pu
0.200	2.200	0.200	2.200

Gambar 4.11 Data desain balok As 8F - As 8H lantai 3 (output SAP)

$V_u = 307,66 \text{ kN}$

V_{nh} yang dibutuhkan $V_{nh} = V_u / \phi = 307 \text{ kN} / 0,85 = 361,9 \text{ kN}$

$$A_{vf} = \frac{V_{nh}}{\mu f_y} = \frac{361,9 \text{ kN}}{0,6 \times 414 \text{ MPa}} = 1457 \text{ mm}^2$$

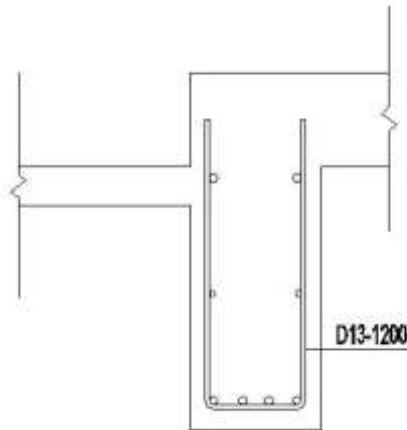
Coba pakai angkur pasak 1 D13

D	jumlah	As	As perlu
mm		mm ²	mm ²
13	2	265.33	1457.137

$$s = \frac{l_{vh} A_v}{A_{vf}} = \frac{6475 \text{ mm} \times 265 \text{ mm}^2}{1457,137 \text{ mm}^2} = 1179 \text{ mm}$$

SNI 2847 2013 Pasal 12.13.2.4

Dua kawat memanjang dengan spasi minimum 50 mm



Gambar 4.12 Desain pasak

4.10 Desain Struktur

4.10.1 Plat

Desain plat direncanakan sebagai berikut :

$$f_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Berat beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Beban mati tambahan (q}_{SD\text{L}}) = 58 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (q}_{LL}) = 155 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Panjang bentang x (L}_x) = 6 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang bentang y (L}_y) = 7,8 \text{ meter}$$

1. Estimasi Ketebalan pelat.

$$h_{min} = l/36 = 6/36 = 0,17 \text{ m} = 170 \text{ mm}$$

2. Menghitung beban terfaktor.

$$\text{Berat sendiri pelat, } q_D = 0,17 \times 2400 = 408 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban mati tambahan, } q_{SD\text{L}} = 58 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sehingga berat mati total, } q_{DL} = 466 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 1,2(466) + 1,6(155) = 807,2 \text{ kg/m}^2$$

3. Cek kecukupan tebal pelat dalam memikul momen.

- Momen tumpuan

$$M_{tx} = 0,001 \times q_u \times l^2 \times 72$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= 0,001 \times 8,07 \times 6^2 \times 72 \\ &= 20,9 \text{ kN} - \text{m/m} \end{aligned}$$

$$M_{ty} = 0,001 \times q_u \times l^2 \times 55$$

$$M_{ty} = 0,001 \times 8,07 \times 6^2 \times 55 = 16 \text{ kN} - \text{m/m}$$

- Momen Lapangan

$$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times l^2 \times 42$$

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times 8,07 \times 6^2 \times 42 \\ &= 12,2 \text{ kN} - \text{m/m} \end{aligned}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times q_u \times l^2 \times 18$$

$$M_{ly} = 0,001 \times 8,07 \times 6^2 \times 18 = 5,2 \text{ kN} - \text{m/m}$$

Jadi M_u maksimum = 20,9 kN-m/m

Kebutuhan ketinggian efektif penampang untuk tinjauan lentur dapat dihitung sebagai berikut:

$$bd^2 = \frac{M_u}{\phi \{f_c \omega (1 - 0,59\omega)\}} ; \omega = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

ambil $\rho \leq 0,01$;

$$\omega = 0,01 \frac{400}{25} = 0,16$$

$$d^2 = \frac{20,9 \times 10^6}{1000(0,9)\{25(0,16)(1 - 0,59(0,16))\}}$$

$$d = 80,11 \text{ mm}$$

Ok, ketebalan plat mencukupi dari tinjauan momen

4. Cek apakah ketebalan pelat memadai terhadap gaya geser.

- Perletakan interior tengah

$$l_n = 6000 - 550/2 = 5450 \text{ mm}$$

$$V_u = \frac{1,15 \times 8,07 \times 5,45}{2} = 25,29 \text{ kN/m}$$

$$\phi V_c = 0,75 \frac{\sqrt{f_c}}{6} b_w d$$

$$\phi V_c = 0,75 \frac{\sqrt{25}}{6} 1000 \times 145 = 88,75 \text{ kN}$$

$$\phi V_c > V_u$$

Ok, tebal pelat mencukupi berdasarkan tinjauan geser

5. Desain baja tulangan yang dibutuhkan.

Desain tulangan arah x pada perletakan interior tengah sebagai berikut:

M_u maksimum = 20,9 kN-m/m

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y jd} \text{ untuk pelat, } jd = 0,925 d$$

$$A_s = \frac{20,9 \times 10^6}{0,9(400)(142 \times 0,925)} = 442,47 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Cek apakah asumsi jd benar

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b}$$

$$a = \frac{442,47 \times 400}{0,85 \times 25 \times 1000}$$

$$a = 8,33 \text{ mm}$$

$$jd = d - \frac{a}{2} = 142 - \frac{8,33}{2} = 137,8 \text{ mm}$$

$$> 0,925d = 131,35 \text{ mm ; OK}$$

A_s dihitung ulang berdasar jd baru :

$$A_s = \frac{20,9 \times 10^6}{0,9(400)(137,8)} = 421,65 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s-\min} = 0,0018bh \text{ (SNI Beton Pasal 7.12.2.1)}$$

$$A_{s-\min} = 0,0018 \times 1000 \times 170 = 306 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Spasi tulangan maksimum (SNI Beton Pasal 7.12.2.2)

$$s_{max} = 5h = 5 \times 170 = 850 \text{ mm}$$

s_{max} harus lebih kecil dari 450 mm, sehingga $s_{max} = 450 \text{ mm}$

$$A_s = 421,65 \text{ mm}^2$$

gunakan D13 ; $A_b = 132,665 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{421,65}{132,665} = 3,2/m$$

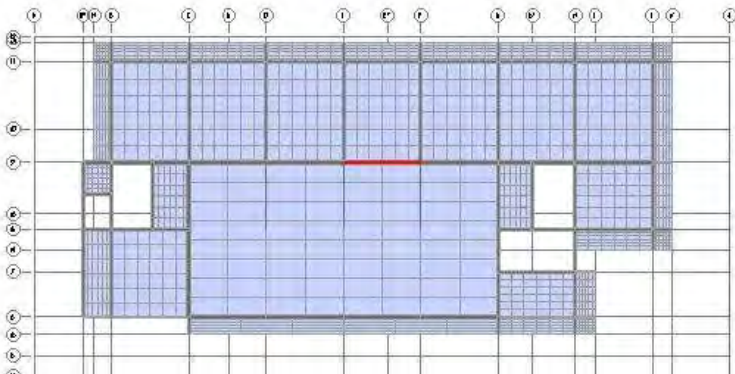
Pasang D13-250 sebagai tulangan atas pelat tumpuan arah x. Perhitungan di atas dilakukan untuk penampang-penampang lainnya.

$$a/d = 8,3 \text{ mm} / 137,8 \text{ mm} = 0,06 < a/d_l = 0,104$$

asumsi awal $\phi = 0,9$ dapat berlaku.

4.10.2 Balok

Desain balok menggunakan perhitungan manual dan output SAP2000. Balok yang ditinjau adalah B1 (700 mm x 350 mm) seperti yang ditandai merah pada gambar 4.6.



Gambar 4.13 Balok 5I-6I Lantai 3

Desain balok direncanakan sebagai berikut :

$$f_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Berat beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Luas Tributary area :

$$L_x = 6 \text{ meter} ; L_y = 6 \text{ meter}$$

$$A_I = 1/2 \times \{6 \text{ m} + (6 \text{ m} - (3 \text{ m} + 3 \text{ m}))\} \times 3 = 9 \text{ m}^2$$

$$A_I = A_{II} ; A_{\text{tot}} = A_I + A_{II} = 18 \text{ m}^2$$

1. Pembebanan

Beban mati tambahan :

$$\text{Beban pelat} = w_{\text{beton}} \times A_{\text{tot}} \times t_{\text{slab}} \times L_x = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 18 \text{ m}^2 \times 0,17 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 1224 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban dinding} = 306 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup} = 1565,74 \text{ kg/m (beban hidup kamar)}$$

2. Perkiraan beban mati pada balok

$$\text{Berdasarkan tabel SNI, } h = L/16 = 0,375 \text{ m} ; \text{ambil } h = 0,5 \text{ m} ; b = h/2 = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Berat balok} = (0,5 \times 0,25) \times 2400 = 300 \text{ kg/m} = 3 \text{ kN/m}$$

3. Hitung momen terfaktor M_u :

$$\omega_u = 1,2(12,24 + 3,06 + 3) + 1,6(15,6) = 46,18 \text{ kN/m}$$

$$M_u = \omega_u l_n^2 / 8 = 207,8 \text{ kN-m}$$

4. Hitung b dan d :

$$bd^2 = \frac{M_u}{\phi \{f_c \omega (1 - 0,59\omega)\}}$$

Asumsikan $\rho = 0,01$, sehingga

$$\omega = \rho \frac{f_y}{f_c} = 0,01 \frac{400}{25} = 0,16, \text{ sehingga}$$

$$bd^2 = \frac{207,8 \times 10^6}{0,733\{25 \times 0,16(1 - 0,59(0,16))\}} \\ = 78276859 \text{ mm}^3$$

Jika tulangan yang dipasang 1 lapis, maka
 $h=d+65$

sehingga :

Untuk $b=250 \text{ mm}$; $d=600 \text{ mm}$; $h=665 \text{ mm}$

Berdasarkan Tabel tebal minimum balok (SNI beton),
 untuk balok di atas dua tumpuan sederhana tinggi
 minimum balok adalah :

$$h = l/16 = 6/16 = 0,375 \text{ m}$$

Sehingga balok yang sebelumnya memenuhi
 persyaratan tinggi minimum tersebut. Untuk
 keperluan desain selanjutnya diambil ukuran $b = 350$
 mm dan $h = 700 \text{ mm}$.

5. Cek apakah balok memenuhi definisi komponen struktur lentur

SNI 2847-2013 Pasal 21.5.1 mensyaratkan bahwa
 komponen struktur lentur SRPMK harus memenuhi
 hal-hal berikut :

- I. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur dibatasi maksimum $0,1 A_g f_c$.
 $0,1 A_g f_c = 0,1 \times 350 \times 700 \times 25 \text{ MPa} = 612,5 \text{ kN}$

Berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 7.4.2.2
 pengaruh beban gempa vertikal :

$$E_v = 0,2 S_{DS} D$$

Gaya aksial tekan akibat kombinasi gaya
 gempa dan gravitasi adalah,

$$\omega_u I_n + 0,2 S_{DS} D = 46,18 \times 6 + 0,2 \times 0,468 \times (12,24 + 3,06 + 3) = 278,8 \text{ kN} - \text{OK}$$

- II. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya.

Asumsikan hanya satu lapis tulangan positif yang perlu dipasang, selimut beton 40 mm, sengkang menggunakan D10, dan baja tulangan longitudinal yang dipakai adalah D16, maka

$$d_e = 700 \text{ mm} - (40 \text{ mm} + 10 \text{ mm} + 8 \text{ mm}) = 642 \text{ mm}$$

$$l_n/d_e = 6000/642 = 9,3 > 4 \text{ -OK}$$

- III. Perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3.

$$b = 350 \text{ mm}, h = 700 \text{ mm}, b/h = 350/700 = 0,5 > 0,3 \text{ -OK}$$

- IV. Lebar komponen tidak boleh :

a) Kurang dari 250 mm - OK

b) Melebihi lebar struktur pendukung 500 - OK

- V. Hitung momen desain.

Perhitungan momen akibat beban gravitasi pada balok menggunakan koefisien momen SNI.

Momen negatif di muka perletakan eksterior:

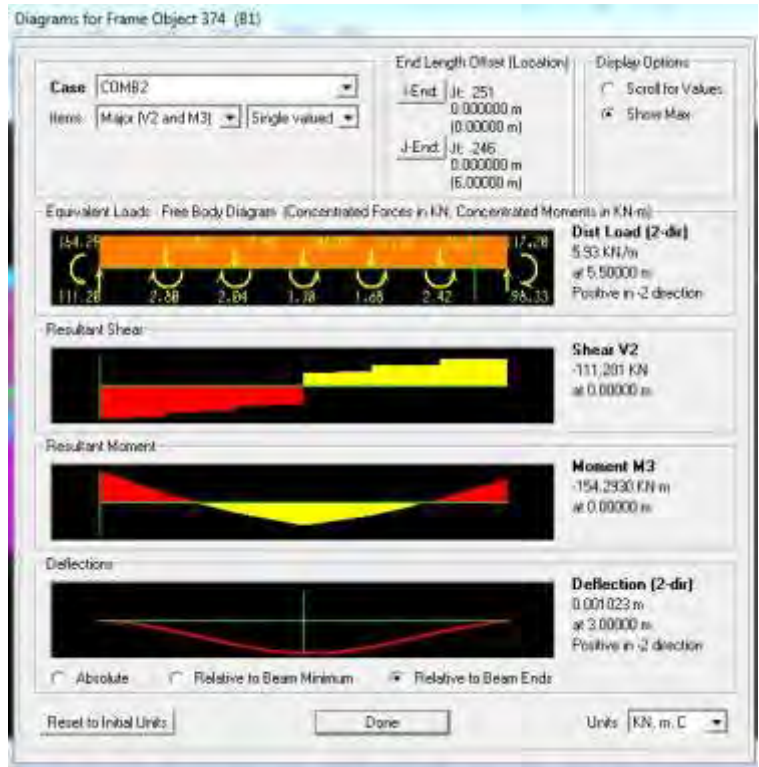
$$M_{u \text{ interior}}^{-} = \frac{\omega_u l_n^2}{11} = \frac{49,64 (6)^2}{16} = -162,46 \text{ kN} - m$$

Momen positif di tengah bentang:

$$M_{u \text{ midspan}}^{+} = \frac{\omega_u l_n^2}{16} = \frac{49,64 (6)^2}{14} = -111,69 \text{ kN} - m$$

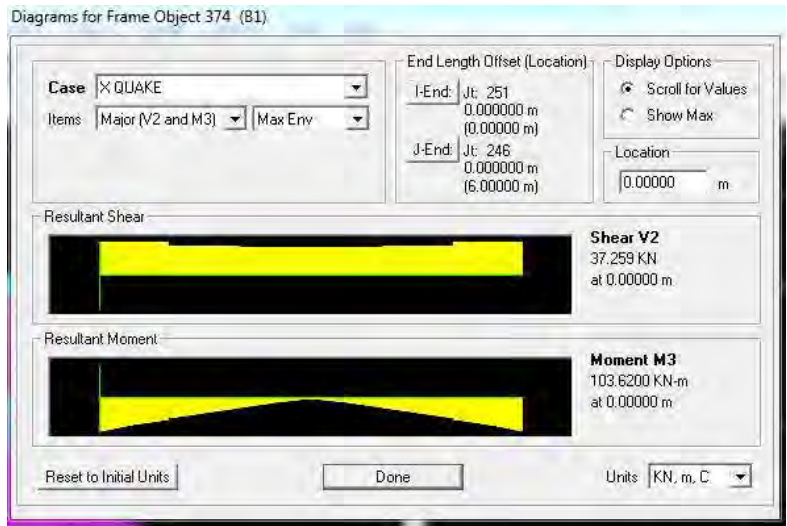
Momen negatif di muka perletakan interior:

$$M_{u \text{ interior}}^{-} = \frac{\omega_u l_n^2}{11} = \frac{49,64 (6)^2}{14} = -162,46 \text{ kN} - m$$



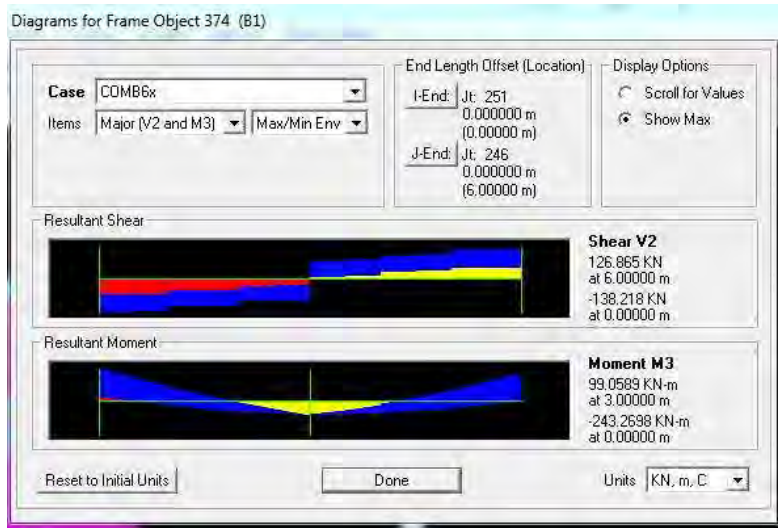
Gambar 4.14 Diagram Out Put Momen Akibat Kombinasi 2 (1,2 D + 1,6 L)

Akibat pembebanan gempa yang menimbulkan goyangan ke arah kanan, di ujung interior terbentuk momen positif 103 kN-m (Out put SAP2000), sementara diujung interior lain terbentuk momen positif 103 kN-m (Out put SAP2000).



Gambar 4.15 Diagram Out Put Momen Akibat Gempa

Hasil superposisi akibat beban gravitasi dan momen akibat gempa menghasilkan momen-momen seperti gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.16 Diagram Out Put Momen Akibat Kombinasi 6x (1,2D + LL + E)

Tabel 4.18 Moment Envelope pada Balok Akibat Beban Gravitasi dan Beban Gempa

Kondisi	Lokasi	Arah Goyangan	Mu	Satuan
1	ujung interior -	kanan	243	KN-m
2	ujung interior -	kiri	209	KN-m
3	ujung interior tengah +	kanan	99	KN-m
4	ujung interior tengah +	kiri	99	KN-m
5	tengah bentang +	kanan kiri	99	KN-m

VI. Hitung keperluan baja tulangan untuk menahan lentur.

- Kondisi 1, kolom interior, momen negatif tumpuan, goyangan ke kanan.

$$M_u = -243 \text{ kN-m}$$

- a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Diasumsikan yang terjadi adalah perilaku balok persegi, dan ada 2 lapis tulangan. Diameter tulangan lentur balok dibatasi sehingga dimensi tumpuan (kolom) paralel terhadap tulangan sekurang-kurangnya $20d_b$.

Jadi dalam hal ini, diameter maksimum baja tulangan = $700 \text{ mm} / 20 = 35 \text{ mm}$. Sebagai trial awal, gunakan D19.

Tinggi efektif balok, $d = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 19 + 20) \text{ mm} = 611 \text{ mm}$.

Asumsi awal:

$j = 0,85$ (koefisien lengan momen)

$\phi = 0,8$ (faktor reduksi lentur)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_u}{\phi f_y j d} \\ &= \frac{243 \times 10^6 \text{ N-mm}}{0,8 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,85 \times 611 \text{ mm}} \\ &= 1462 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jenis	Dimensi		jumlah	As(mm ²)
	diameter(mm)	luas(mm ²)		
18	18	254.34	6	1526.04

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40 mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$$d = 700 \text{ mm} - (40+10+16+20) \text{ mm} = 614 \text{ mm}$$

Tinggi blok tegangan tekan ekivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1526 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 82 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 1526 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 278,8 \text{ kN} - \text{m}$$

b. Cek A_s minimum.

$$\begin{aligned} A_{s-\min} &= \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 612 \\ &= 669,375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} \frac{1,4}{f_y} b_w d &= \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 \\ &= 749,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,00712$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_1 \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,027$$

$$0,75 \rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75\rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

- d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$$d_t = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 18/2) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,128$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_1 = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.

- e. *reinforcement*:

Menggunakan 6 baja tulangan D18, dipasang 2 lapis dengan spasi bersih antar lapis 40 mm ($>25\text{mm}$).

OK, syarat spasi bersih minimum antartulangan dan antarlapis terpenuhi.

- Kondisi 2, kolom interior, momen negatif tumpuan, goyangan ke kiri.

$$M_u = -209 \text{ kN-m}$$

- a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Diasumsikan yang terjadi adalah perilaku balok persegi, dan ada 2 lapis tulangan. Diameter tulangan lentur balok dibatasi sehingga dimensi tumpuan (kolom) paralel terhadap tulangan sekurang-kurangnya $20d_b$.

Jadi dalam hal ini, diameter maksimum baja tulangan = $700 \text{ mm} / 20 = 35 \text{ mm}$. Sebagai trial awal, gunakan D19.

$$\text{Tinggi efektif balok, } d = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 19 + 20) \text{ mm} = 611 \text{ mm}.$$

Asumsi awal:

$j = 0,85$ (koefisien lengan momen)

$\phi = 0,8$ (faktor reduksi lentur)

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{209 \times 10^6 \text{ N} - \text{mm}}{0,8 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,85 \times 611 \text{ mm}} = 1257 \text{ mm}^2$$

Jenis	Dimensi		jumlah	As(mm ²)
	diameter(mm)	luas(mm ²)		
18	18	254.34	6	1526.04

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40

mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$$d = 700 \text{ mm} - (40+10+16+20) \text{ mm} = 612 \text{ mm}$$

Tinggi blok tegangan tekan ekivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1584 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 82 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 1526 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 278,8 \text{ kN} - \text{m}$$

b. Cek A_s minimum.

$$\begin{aligned} A_{s-\min} &= \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 612 \\ &= 669,375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d = \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 = 749,7 \text{ mm}^2$$

c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,00712$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_1 \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

$$0,75 \rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75 \rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$$d_t = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 18/2) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,128$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_1 = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.

e. *reinforcement*:

Menggunakan 6 baja tulangan D18, dipasang 2 lapis dengan spasi bersih antar lapis 40 mm (>25mm).

OK, syarat spasi bersih minimum antartulangan dan antarlapis terpenuhi.

- Kondisi 3, kolom interior, momen positif tumpuan, goyangan ke kanan.

$M_u = 99 \text{ kN-m}$

SNI Beton Pasal 21.5.2.2 mensyaratkan:

$M_u = 99 \text{ kN-m} \geq 1/2 \phi M_{n \text{ interior}} = 139,4 \text{ kN-m}$

not OK, gunakan momen lentur hasil hitungan kapasitas penampang.

- a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Diasumsikan yang terjadi adalah perilaku balok persegi, dan ada 2 lapis tulangan. Diameter tulangan lentur balok dibatasi sehingga dimensi tumpuan (kolom) paralel terhadap tulangan sekurang-kurangnya $20d_b$.

Jadi dalam hal ini, diameter maksimum baja tulangan = $700 \text{ mm} / 20 = 35 \text{ mm}$. Sebagai trial awal, gunakan D19.

Tinggi efektif balok, $d = 700 \text{ mm} - (40+10+19+20) \text{ mm} = 611 \text{ mm}$.

Asumsi awal:

$j = 0,85$ (koefisien lengan momen)

$\phi = 0,8$ (faktor reduksi lentur)

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{139,4 \times 10^6 \text{ N-mm}}{0,8 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,85 \times 611 \text{ mm}} = 838,8 \text{ mm}^2$$

D	diameter	luas	jumlah	As
	18	254.34	4	1017.36

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40 mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$d = 700 \text{ mm} - (40+10+16+20) \text{ mm} = 612 \text{ mm}$

Tinggi blok tegangan tekan ekivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1584 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 82 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 1017 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 190,334 \text{ kN} - m$$

b. Cek A_s minimum.

$$\begin{aligned} A_{s-\min} &= \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 612 \\ &= 669,375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d = \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 = 749,7 \text{ mm}^2$$

c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,00475$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_1 \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

$$0,75 \rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75 \rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

- d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$$d_t = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 18/2) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_I = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.

- e. *reinforcement*:

Menggunakan 4 baja tulangan D18, dipasang 1 lapis.

OK, syarat spasi bersih minimum antartulangan dan antarlapis terpenuhi.

- Kondisi 4, kolom interior, momen positif tumpuan, goyangan ke kiri.

$$M_u = 99 \text{ kN-m}$$

SNI Beton Pasal 21.5.2.2 mensyaratkan:

$$M_u = 99 \text{ kN-m} \geq 1/2 \phi M_{n \text{ interior}} = 139,4 \text{ kN-m}$$

not OK, gunakan momen lentur hasil hitungan kapasitas penampang.

- a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Diasumsikan yang terjadi adalah perilaku balok persegi, dan ada 2 lapis tulangan. Diameter tulangan lentur balok dibatasi sehingga dimensi tumpuan (kolom) paralel terhadap tulangan sekurang-kurangnya $20d_b$.

Jadi dalam hal ini, diameter maksimum baja tulangan = $700 \text{ mm} / 20 = 35 \text{ mm}$. Sebagai trial awal, gunakan D19.

$$\text{Tinggi efektif balok, } d = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 19 + 20) \text{ mm} = 611 \text{ mm}.$$

Asumsi awal:

$$j = 0,85 \text{ (koefisien lengan momen)}$$

$$\phi = 0,8 \text{ (faktor reduksi lentur)}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{139,4 \times 10^6 \text{ N} - \text{mm}}{0,8 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,85 \times 611 \text{ mm}} = 838,8 \text{ mm}^2$$

D	diameter	luas	jumlah	As
	18	254.34	4	1017.36

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40 mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$$d = 700 \text{ mm} - (40+10+16+20) \text{ mm} = 612 \text{ mm}$$

Tinggi blok tegangan tekan ekivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1584 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 82 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 1017 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 190,334 \text{ kN} - \text{m}$$

b. Cek A_s minimum.

$$\begin{aligned} A_{s-\min} &= \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 612 \\ &= 669,375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d = \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 = 749,7 \text{ mm}^2$$

c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,00475$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_I \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times \frac{0,85 \times 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

$$0,75 \rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75 \rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

- d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$$d_t = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 18/2) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_I = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.

- e. *reinforcement*:

Menggunakan 4 baja tulangan D18, dipasang 1 lapis.

OK, syarat spasi bersih minimum antartulangan dan antarlapis terpenuhi.

- Kondisi 5, tengah bentang, momen positif tumpuan, goyangan ke kanan dan kiri.

$$M_u = 99 \text{ kN-m}$$

SNI Beton Pasal 21.5.2.2 mensyaratkan:

$$M_u = 99 \text{ kN-m} \geq 1/4 \phi M_{n \text{ interior}} = 69,7 \text{ kN-m}$$

not OK, gunakan momen lentur hasil hitungan kapasitas penampang.

- a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Diasumsikan yang terjadi adalah perilaku balok persegi, dan ada 2 lapis tulangan. Diameter tulangan lentur balok dibatasi sehingga dimensi tumpuan (kolom) paralel terhadap tulangan sekurang-kurangnya $20d_b$.

Jadi dalam hal ini, diameter maksimum baja tulangan = $700 \text{ mm} / 20 = 35 \text{ mm}$. Sebagai trial awal, gunakan D19.

Tinggi efektif balok, $d = 700 \text{ mm} - (40+10+19+20) \text{ mm} = 611 \text{ mm}$.

Asumsi awal:

$j = 0,85$ (koefisien lengan momen)

$\phi = 0,8$ (faktor reduksi lentur)

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{99 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{0,8 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,85 \times 611 \text{ mm}} = 595,6 \text{ mm}^2$$

D	diameter	luas	jumlah	As
	18	254.34	4	1017.36

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40 mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$d = 700 \text{ mm} - (40+10+16+20) \text{ mm} = 612 \text{ mm}$

Tinggi blok tegangan tekan ekivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1584 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 82 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 1017 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16}\end{aligned}$$

$$\phi M_n = 190,334 \text{ kN} - \text{m}$$

- b. Cek A_s minimum.

$$\begin{aligned}A_{s-\min} &= \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 612 \\ &= 669,375 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d = \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 = 749,7 \text{ mm}^2$$

- c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,00475$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \beta_1 \frac{0,85f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times \frac{25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,027\end{aligned}$$

$$0,75\rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75\rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

- d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$$d_t = 700 \text{ mm} - (40 + 10 + 18/2) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_I = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.

e. *reinforcement*:

Menggunakan 4 baja tulangan D18, dipasang 1 lapis.

OK, syarat spasi bersih minimum antartulangan dan antarlapis terpenuhi.

VII. Kapasitas minimum momen positif dan momen negatif.

SNI Beton Pasal 21.5.2.1 mensyaratkan:

Menghasruskan sekurang-kurangnya ada dua batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah yang dipasang secara menerus.

$$M_u = 1/4 \phi M_{n \text{ terbesar}} = 69,7 \text{ kN-m}$$

a. Baja tulangan yang dibutuhkan untuk lentur.

Untuk memenuhi persyaratan kuat momen negatif di tengah bentang, dua buah tulangan atas D18 akan dibuat menerus di tengah bentang.

D	diameter	luas	jumlah	As
	18	254.34	3	763.02

Bila spasi bersih antarlapis tulangan diambil 40 mm maka nilai tinaggi efektif d yang baru :

$$d = 700 \text{ mm} - (40+10+9) \text{ mm} = 641 \text{ mm}$$

Tinggi blok tegangan tekan ekuivalen yang aktual adalah :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b}$$

$$= \frac{508 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 27 \text{ mm}$$

cek momen nominal aktual:

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0,8 \times 1017 \times 400 \times \left(614 - \frac{82}{2} \right) \times 10^{-16}$$

$$\phi M_n = 102,11 \text{ kN} - \text{m}$$

b. Cek A_s minimum.

$$A_{s-\min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b_w d = \frac{\sqrt{25}}{4 \times 400} \times 350 \times 614$$

$$= 701 \text{ mm}^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d = \frac{1,4}{400} \times 350 \times 614 = 785 \text{ mm}^2$$

c. Cek rasio tulangan.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1526,04}{400 \times 614} = 0,0034$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= 0,85 \times \frac{0,85 \times 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,027$$

$$0,75 \rho_b = 0,0203$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI Beton Pasal 21.5.2.1 adalah 0,025.

OK, $\rho < 0,75 \rho_b$ dan $\rho < 0,025$. Syarat tulangan maksimum terpenuhi.

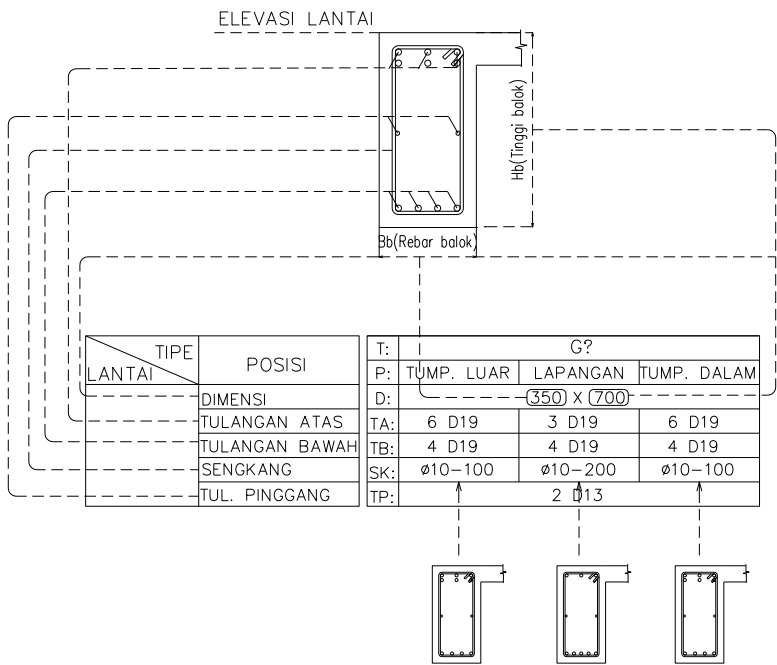
d. Cek apakah penampang tension-controlled?

$d_t=700\text{ mm} - (40+10+18/2)\text{ mm} = 641\text{ mm}$

$$\frac{a}{d_t} = \frac{82}{641} = 0,064$$

$$\frac{a_{tcl}}{d_t} = 0,375 \beta_I = 0,375 \times 0,85 = 0,31875$$

OK, $a/d_t < a_{tcl}/d_t$. Desain tulangan under reinforced.



Gambar 4.17 Sketsa Penulangan Penampang-Penampang Balok

VIII. Hitung Probable Moment Capacities (M_{pr})

- a. Kapasitas momen ujung-ujung balok bila struktur bergoyang ke kanan.

kondisi 1:

$$a_{pr-1} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85f_c b} = \frac{1,25 \times 1526 \times 400}{0,85 \times 25 \times 350} \\ = 102,5 \text{ mm}$$

$$M_{pr-1} = 1,25A_s f_y \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-1}$$

$$= 1,25 \times 1526 \times 400 \times \left(612 - \frac{102,5}{2} \right) \times 10^{-16}$$

$$M_{pr-1} = 427,8 \text{ kN} - m$$

Searah jarum jam di muka kolom interior.

kondisi 3:

$$a_{pr-3} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85f_c b} = \frac{1,25 \times 1017 \times 400}{0,85 \times 25 \times 350} \\ = 68,39 \text{ mm}$$

$$M_{pr-3} = 1,25A_s f_y \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-3}$$

$$= 1,25 \times 1017 \times 400 \times \left(612 - \frac{68,93}{2} \right) \times 10^{-16}$$

$$M_{pr-3} = 293,9 \text{ kN} - m$$

Searah jarum jam di muka kolom interior.

- b. Kapasitas momen ujung-ujung balok bila struktur bergoyang ke kiri.

kondisi 2:

$$a_{pr-2} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1,25 \times 1526 \times 400}{0,85 \times 25 \times 350} \\ = 102,5 \text{ mm}$$

$$M_{pr-2} = 1,25A_s f_y \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-2}$$

$$= 1,25 \times 1526 \times 400 \times \left(612 - \frac{102,5}{2} \right) \times 10^{-16}$$

$$M_{pr-2} = 427,8 \text{ kN} - m$$

Berlawanan arah jarum jam di muka kolom interior.

kondisi 4:

$$a_{pr-4} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{1,25 \times 1017 \times 400}{0,85 \times 25 \times 350} \\ = 68,39 \text{ mm}$$

$$M_{pr-4} = 1,25A_s f_y \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-4}$$

$$= 1,25 \times 1017 \times 400 \times \left(612 - \frac{68,93}{2} \right) \times 10^{-16}$$

$$M_{pr-4} = 293,9 \text{ kN} - m$$

Berlawanan arah jarum jam di muka kolom interior.

IX. Diagram gaya geser

Reaksi geser di ujung kanan dan kiri balok akibat gravitasi yang bekerja pada struktur:

$$\omega_u = 1,2(12,24+3,06+3) + 1(15,6) = 40,2 \text{ kN/m}$$

$$V_g = \frac{\omega_u l_n}{2} = \frac{40,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times 6 \text{ m}}{2} = 121,8 \text{ kN}$$

a. Strukur bergoyang kekanan.

$$\begin{aligned} V_{\text{sway-ka}} &= \frac{M_{pr-1} + M_{pr-3}}{l_n} \\ &= \frac{427,8 + 293,9}{6} \\ &= 120,29 \text{ kN} \end{aligned}$$

Total reaksi geser di ujung kiri balok

$$= 121,8 \text{ kN} - 120,29 \text{ kN}$$

$$= 0,99 \text{ kN}$$

Total reaksi geser di ujung kanan balok

$$= 121,8 \text{ kN} + 120,29 \text{ kN}$$

$$= 230,7 \text{ kN}$$

b. Strukur bergoyang ke kiri.

$$\begin{aligned} V_{\text{sway-ka}} &= \frac{M_{pr-2} + M_{pr-4}}{l_n} \\ &= \frac{427,8 + 293,9}{6} \\ &= 120,29 \text{ kN} \end{aligned}$$

Total reaksi geser di ujung kiri balok

$$= 121,8 \text{ kN} - 120,29 \text{ kN}$$

$$= 0,99 \text{ kN}$$

Total reaksi geser di ujung kanan balok

$$= 121,8 \text{ kN} + 120,29 \text{ kN}$$

$$= 230,7 \text{ kN}$$

X. Senggang untuk gaya geser

Tabel 4.19 Gaya geser di muka kolom interior

Arah gerakan gempa	Vsway	exterior reaction		interior reaction	
		Vu	1/2Vu	Vu	1/2Vu
	KN	KN	KN	KN	KN
kanan	120.2909366	-9.816	-4.9080	230.7657	115.3829
kiri	120.2909366	230.765	115.382	-9.81615	-4.90808

a. Kondisi $V_{sway} > 1/2 V_u$

b. Gaya tekan aksial terfaktor akibat gempa dan gravitasi $< A_g f_c / 20$

$$A_g f_c / 20 = 0,1 \times 350 \times 700 \times 25 \text{ MPa} = 306 \text{ kN}$$

Berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 7.4.2.2 pengaruh beban gempa vertikal :

$$E_v = 0,2 S_{DS} D$$

Gaya aksial tekan akibat kombinasi gaya gempa dan gravitasi adalah,

$$\omega_u I_n + 0,2 S_{DS} D = 46,18 \times 6 + 0,2 \times 0,468 \times (12,24 + 3,06 + 3) = 278,8 \text{ kN} - \text{OK}$$

- Muka kolom interior kiri

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{241 \text{ kN}}{0,75} - 0 = 322 \text{ kN}$$

$$V_{s-max} = \frac{2\sqrt{f_c}}{3} \times b_w d =$$

$$\frac{2\sqrt{25}}{3} \times 350 \times 612 \times 10^{-3} = 714 \text{ kN}$$

Ok, $V_s = 322 \text{ kN} < 714 \text{ kN}$. Syarat V_s maksimum terpenuhi.

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

jenis	dimensi		jumlah	Av(mm2)	s(mm)
	D	luas(mm2)			
10	10	78.5	2	157	119.3232

Gunakan $s = 100 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{157 \times 400 \times 612}{100 \times 1000} = 384 \text{ kN}$$

Jadi gunakan sengkang 2 kaki D10 dengan spasi 100 mm.

- Muka kolom interior kanan

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{241 \text{ kN}}{0,75} - 0 = 322 \text{ kN}$$

$$V_{s-\max} = \frac{2\sqrt{f_c}}{3} \times b_w d =$$

$$\frac{2\sqrt{25}}{3} \times 350 \times 612 \times 10^{-3} = 714 \text{ kN}$$

Ok, $V_s = 322 \text{ kN} < 714 \text{ kN}$. Syarat V_s maksimum terpenuhi.

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

jenis	dimensi		jumlah	Av(mm2)	s(mm)
	D	luas(mm2)			
10	10	78.5	2	157	119.3232

Gunakan $s = 100 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{157 \times 400 \times 612}{100 \times 1000} = 384 \text{ kN}$$

Jadi gunakan sengkang 2 kaki D10 dengan spasi 100 mm.

- Ujung zona sendi plastis:

Gaya geser maksimum, V_u di ujung zona sendi plastis, yaitu $= 2h = 1400$ mm dari muka kolom, adalah $241 \text{ kN} - (1,4 \text{ m} \times 40,24 \text{ kN/m}) = 184,97 \text{ kN}$. Dizona ini kontribusi V_c dapat diperhitungkan, yaitu:

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c}}{6} b_w d = \frac{\sqrt{f_c}}{6 \times 1000} \times 350 \times 612 = 178,5 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{184,97}{0,75} - 178,5 = 68,1 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

jenis	dimensi		jumlah	Av(mm2)	s(mm)
	D	diameter(mm)			
10	10	78.5	2	157	564.1006

Gunakan $s = 300$ mm

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{157 \times 400 \times 612}{300 \times 1000} = 128 \text{ kN}$$

Jadi gunakan sengkang 2 kaki D10 dengan spasi 300 mm.

SNI Pasal 21.5.3.1: Diperlukan hoops (sengkang tertutup) di sepanjang jarak $2h$ dari sisi (muka) kolom terdekat.

$$2h = 2 \times 700 = 1400 \text{ mm}$$

SNI Pasal 21.5.3.2 : Hoop pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom terdekat, dan yang berikutnya dipasang dengan spasi terkecil antara:

- i. $d/4 = 612/4 = 153$ mm
- ii. $6 \times D$ terbesar $= 6 \times 18 = 114$ mm
- iii. 150 mm

Tapi tidak perlu kurang dari 100 mm. Dengan demikian, tulangan sengkang di daerah plastis menggunakan sengkang tertutup 2 kaki D10 yang dipasang dengan spasi 100 mm.

SNI Pasal 21.5.3.4: Spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok SRPMK adalah $d/2$.

$$s_{\max} = d/2 = 612/2 = 306 \text{ mm}$$

OK, dari hasil perhitungan di atas, untuk bentang di luar zona sendi plastis, gunakan sengkang 2 kaki D10 dengan spasi 200.

XI. *Lap splicing* untuk bentang menerus.

SNIPasal 21.5.2.1: Sedikitnya harus ada 2 buah baja tulangan yang dibuat kontinu di bagian atas dan bagian bawah penampang. Tulangan 2D18 terpasang menerus di atas dan bawah penampang.

Berdasarkan SNI Beton Pasal 21.7.5.2, nilai panjang penyaluran ini tidak boleh kurang dari:

$$l_d = 48d_b = 48 \times 18 = 864 \text{ mm}$$

SNI Pasal 21.5.2.3: Baja tulangan yang disalurkan harus diikat dengan hoops yang dipasang dengan spasi maksimum, yaitu yang terkecil diantara $d/4$ dan 100 mm.

$$d/4 = (700 - (40 + 10 + 18/2))/4 = 160,25 \text{ mm}$$

Jadi, spasi hoops di daerah penyambungan lewat tulangan = 100 mm.

Tabel 4.20 Rangkuman Perhitungan Pemeriksaan Ulang Kapasitas Momen Penampang di Zona Sendi Plastis

Case	Lokasi	Arah Gempa	Mu	Reinf	As	de	ØMn
			kn-m		mm ²	mm	kn-m
1	Interior end	kanan	243	6 D18	1526.04	612	278.82
	negatif						
2	interior end	kiri	209	6 D18	1526.04	612	278.82
	negatif						
3	interior end	kanan	99	4 D18	1017.36	612	190.33
	positif						
4	Interior end	kiri	99	4 D18	1017.36	612	190.33
	positif						

XII. Cut-off points.

Tulangan perlu untuk momen negatif balok dapat dipotong di titik-titik di mana tulangan sudah tidak diperlukan lagi dengan 2 tulangan menerus D19.

- a. Tulangan negatif di muka kolom interior kanan

jenis	dimensi		jumlah	Av(mm2)
D	diameter(mm)	luas(mm2)		
19	19	254.34	2	508.68

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b} = \frac{508 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 350 \text{ mm}} = 27 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,8 \times 508 \times 400 \times \left(614 - \frac{27}{2} \right) \times 10^{-16} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 97,39 \text{ kN} - \text{m}$$

$$\begin{aligned} \omega_u \times (1/2x) - V_{u \text{ interior}} \times + (M_{n \text{ pr kanan}} - M_{n \text{ tul.menerus}}) \\ = 47 \times (1/2x) - 241x + (427 - 97) \\ = 24,5 x^2 - 241x + 330 \end{aligned}$$

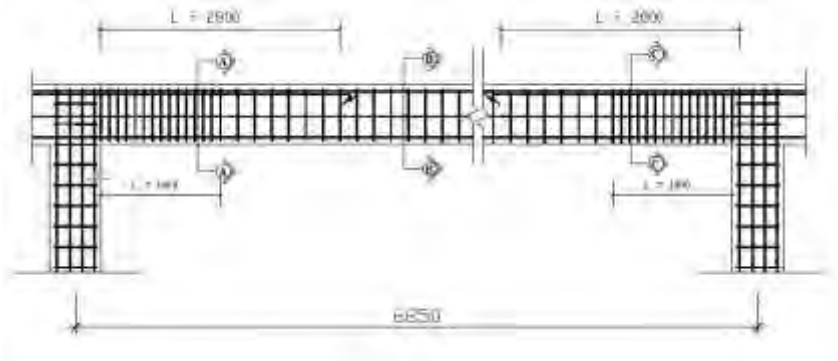
$$\begin{aligned} x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{-241 \pm \sqrt{(241)^2 - 4(24,5)(330)}}{2(24,5)} \\ &= 1,65 \text{ m} \end{aligned}$$

SNI Beton Pasal 12.12.3 mengharuskan tulangan 6D18 harus ditanam sepanjang yang terbesar diantara :

1. 1650 mm + 612 mm = 2262 mm,
2. 1650 mm + (12 x 19) = 1866 mm,
3. $l_d = 1400 \text{ mm}$

$$4. \quad 1650 \text{ mm} + l_n/16 = 1650 + 6000/16 = 2025 \text{ mm}$$

Dengan demikian, tulangan 6D18 dipasang sejauh 2,8 m dari muka kolom interior.



Gambar 4.18 Penampang melintang balok

4.10.3 Kolom

Desain kolom direncanakan sebagai berikut :

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Berat beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Ditinjau kolom dengan ukuran 800 mm x 550 mm dengan tinggi kolom 4,2 m.

$$\text{Beban mati tambahan (q}_{\text{SDL}}) = 58 \text{ kg/m}^3$$

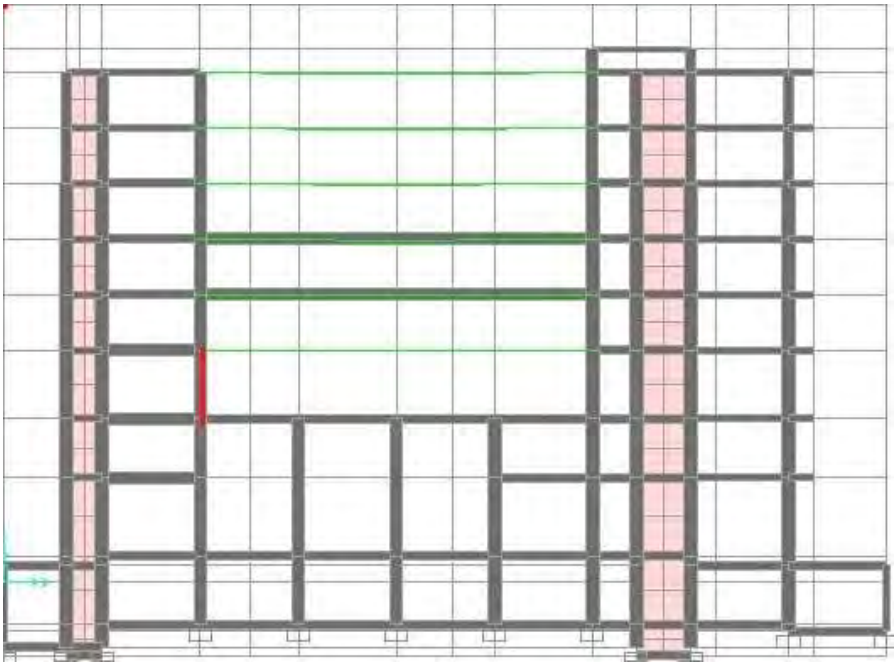
$$\text{Beban hidup (q}_{\text{LL}}) = 155 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Beban dinding} = 306 \text{ kg/m}$$

$$\text{Panjang bentang x (L}_x) = 6 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang bentang y (L}_y) = 7 \text{ meter}$$

Kolom yang ditinjau terletak pada lantai 2 As H-8 seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 4.19 Kolom lantai 2 As H-8

$P_u = 190,79$ ton dari output SAP2000.

**Gambar 4.20** Diagram gaya aksial kolom lantai 2 As H-8

- I. Estimasi dimensi penampang untuk kolom persegi dengan $r = 0,8$; $\phi = 0,65$ dan $\rho = 0,03$;

$$A_g = \frac{P_u}{r\phi(0,85f_c + \rho_g(f_y - 0,85f_c))}$$

$$= \frac{190,79 \text{ ton}}{0,60 \times 0,8 (0,85 \times 30 \text{ MPa} + 0,03(400 \text{ MPa} - (0,085 \times 30 \text{ MPa})))}$$

$$A_g = 99464,98 \text{ mm}^2$$

$$A_g = d$$

$$d = \sqrt{A_g} = 315 \text{ mm. OK, } d < 800 \text{ mm}$$

II. Definisi kolom

SNI Pasal 21.6.1

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh kolom yang didesain:

1. Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi $A_g f_c / 10$.

$$\begin{aligned} & \frac{A_g}{f_c} \\ &= \frac{(550 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}) \times 30 \text{ MPa}}{10} \\ &= 1320 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya aksial terfaktor maksimum = 1900 kN (output SAP)

OK, gaya aksial terfaktor maks > 0,1 $A_g f_c$

2. Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300 mm.

Sisi terpendek kolom, $d = 800 \text{ mm}$.

OK, $d > 300 \text{ mm}$

3. Rasio dimensi penampang

Rasio b dan d = $800 \text{ mm} / 550 \text{ mm} = 0,6875$

OK, b/d ratio = $0,6875 > 0,4$

III. Perencanaan baja tulangan longitudinal

Untuk kolom persegi, $A_s = \rho A_g = 0,03 \times (550 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}) = 13200 \text{ mm}^2$

$$A_{st} \geq \frac{1}{(f_y - 0,85f_c)} \left(\frac{P_u}{\phi r} - 0,85f_c A_g \right)$$

$$A_{st} \geq \frac{1}{(400 - 0,85 \times 30)} \left(\frac{190,97 \times 10^6}{0,6 \times 0,8} - 0,85 \times 30 \times 800 \right)$$

$$A_{st} \geq 9702 \text{ mm}^2$$

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN		Type: Sway Special	Units: TonF, mm, C	(Summary)	
L=4200.000					
Element :	799	B=550.000	D=800.000	dc=67.026	
Station Loc :	4200.000	E=2.570	Fc=0.003	Lt.Wt. Fac.=1.000	
Section ID :	k4	Fy=0.041	Fys=0.041		
Combo ID :	COMB2	RLIF=1.000			
Phi(Compression-Spiral):		0.700	Overstrength Factor: 1.25		
Phi(Compression-Tied):		0.650			
Phi(Tension Controlled):		0.900			
Phi(Shear):		0.750			
Phi(Seismic Shear):		0.600			
Phi(Joint Shear):		0.850			
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3					
	Rebar	Design	Design	Design	Minimum
	Area	Pu	M2	M3	M2
	4400.000	185.494	-10594.540	-14208.327	5887.576
					7278.780

Gambar 4.21 Output desain SAP200

jenis	Dimensi		jumlah	As(mm2)
D	Diameter(mm)	luas(mm2)		
25	25	490.625	20	9812.5

Gunakan 20 D25

$9812,5 \text{ mm}^2 > 4400 \text{ mm}^2$,OK

IV. Cek konfigurasi penulangan

Dari hasil desain berdasarkan gaya dalam, dimensi kolom yang digunakan adalah 550 mm x 800 mm dengan 20 baja tulangan D25. Baja tulangan D36 dipilih untuk menghindari panjang penyaluran terlalu panjang, dan ρ_g

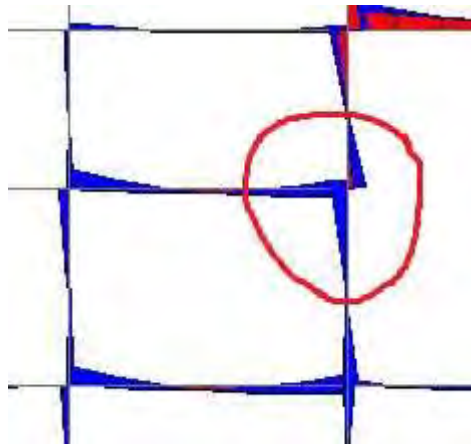
dibatasi tidak kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06.

$$\rho_g = \frac{8138,88 \text{ mm}^2}{550 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}} = 0,02 \text{ OK}, 0,01 < \rho_g < 0,06$$

V. Kuat kolom

SNI Pasal 21.6.2.2

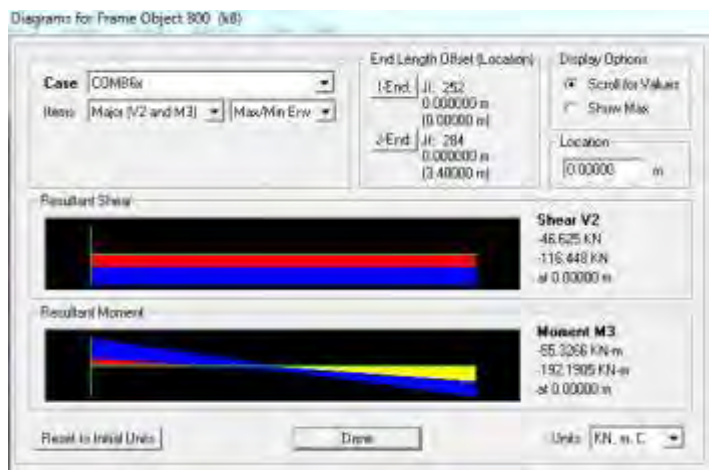
Kuat kolom ϕM_n harus memenuhi $\sum M_c \geq 1,2 \sum M_g$



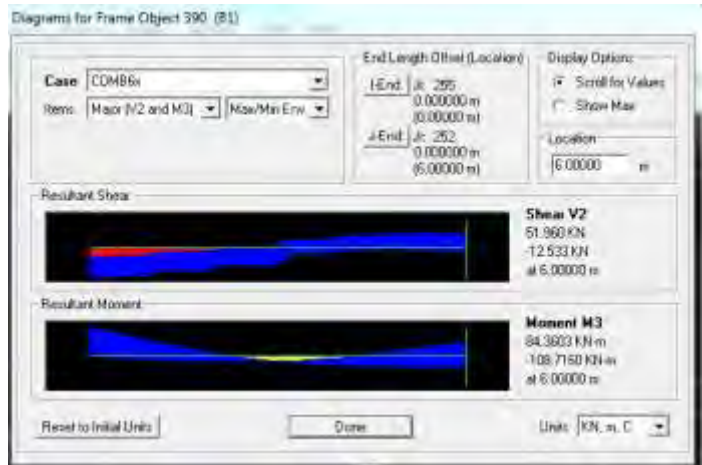
Gambar 4.22 Joint Kolom akibat kombinasi 6x
(1,2DL + 1 Ex+ 1LL)



Gambar 4.23 Diagram momen pada join kolom akibat kombinasi 6x (1,2DL + 1 Ex+ 1LL)



Gambar 4.24 Diagram momen pada join kolom akibat kombinasi 6x (1,2DL + 1 Ex+ 1LL)



Gambar 4.25 Diagram momen balok yang bertemu di join akibat kombinasi 6x (1,2DL + 1 Ex+ 1LL)

Berdasarkan output SAP2000:

$$\sum M_c \geq 1,2 \sum M_g$$

$$(192 \text{ kN-m} + 168 \text{ kN-m}) > 1,2 (108 \text{ kN-m})$$

Ok, syarat ini terpenuhi

VI. Desain tulangan *confinement*

SNI Pasal 21.6.4.4

Total luas penampang tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara:

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{s_b f_c}{f_{yt}} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \text{ dan}$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 s_b f_c}{f_{yt}}$$

Coba tulangan berdiameter D13 untuk hoops

jenis	Dimensi		jumlah	As(mm2)
D	Diameter(mm)	luas(mm2)		
13	13	132.665	3	397.995

$$b_c = b_w - 2(40 + 1/2 d_b) = 550 - (2 \times (40 + 13/2)) = 457 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = (b_w - 2(40)) \times (h - 2(40)) = (550 - 80) \times (800 - 80) = 338400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \frac{A_{sh}}{s} &= 0,3 \left(\frac{b_c f_c}{f_{yt}} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \\ &= 0,3 \left(\frac{457 \times 30}{400} \right) \left(\frac{800 \times 550}{338400} - 1 \right) \end{aligned}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 3,09 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_{sh}}{s} &= \frac{0,09 b_c f_c}{f_{yt}} = \frac{0,09 \times 457 \times 30}{400} \\ &= 3,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

SNI Pasal 21.6.4.3

Spasi maksimum adalah yang terkecil di antara:

1. 1/4 dimensi penampang kolom terkecil = $550/4 = 137,5 \text{ mm}$
2. 6 kali diameter tulangan longitudinal = $6 \times 36 = 216 \text{ mm}$
3. s_o menurut persamaan :

$$\begin{aligned}
 s_o &\leq 100 + \frac{350 - h_x}{3} \\
 &\leq 100 \\
 &\quad + \frac{350 - 304,6}{3} \\
 &= 115 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Namun $100 \text{ mm} < s_x < 150 \text{ mm}$

Coba gunakan spasi 100 mm

$$A_{sh-1} = 3,09 \text{ mm}^2/\text{mm} \times 100 \text{ mm} = 308,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh-2} = 3,08 \text{ mm}^2/\text{mm} \times 100 \text{ mm} = 308,475 \text{ mm}^2$$

jenis	Dimensi		jumlah	As(mm2)
D	Diameter(mm)	luas(mm2)		
13	13	132.665	3	397.995

Jadi, gunkan 3 kaki baja D13 dengan luas penampang = $397,995 \text{ mm}^2 > 308,7 \text{ mm}^2$.

SNI Pasal 21.6.4.1

Tulangan hoop tersebut diperlukan sepanjang l_o dari ujung-ujung kolom, l_o dipilih yang terbesar diantara

1. $d = 800 \text{ mm}$
2. $1/6$ tinggi kolom = $1/6 \times 4200 = 700 \text{ mm}$
3. 450 mm

Dengan demikian ambil $l_o = 800 \text{ mm}$

SNI Pasal 21.6.4.5

Sepanjang sisa tinggi kolom bersih, yaitu $4200 \text{ mm} - (2 \times 800 \text{ mm}) = 2600 \text{ mm}$ diberi hoops dengan spasi minimum 150 mm atau

6 x diameter terbesar, yaitu 6 x 36 mm = 216 mm.

VII. Desain tulangan geser

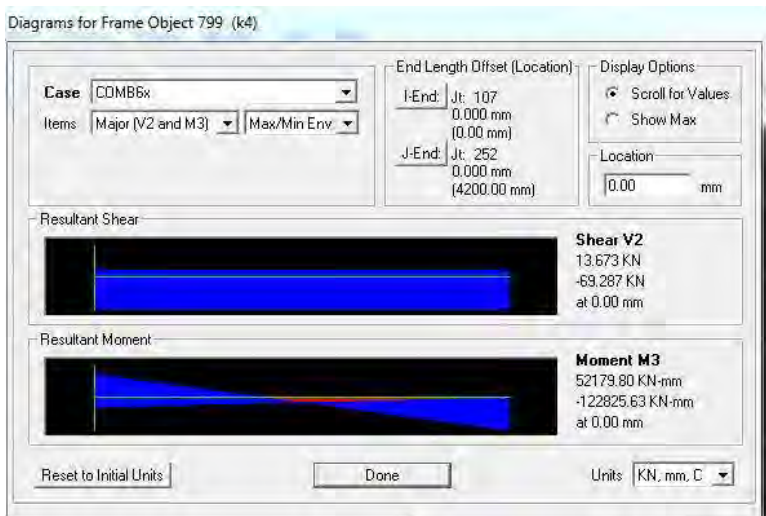
V_e tak perlu lebih besar dari V_{sway} yang dihitung berdasarkan M_{pr} balok.

$$V_{sway} = (M_{pr-btm} DF_{btm} + M_{pr-top} DF_{top}) / l_n$$

$$= \frac{(427 + 223)kN - m \times 0,5 + (293)kN - m \times 0,5}{4,2 m}$$

$$= 112,26 kN$$

Tapi, V_e tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis, yaitu 69 kN (Output SAP2000).



Gambar 4.26 Diagram geser kolom akibat kombinasi 6x (1,2DL + 1 Ex+ 1LL)

OK, persyaratan V_{e-min} terpenuhi .
jadi, ambil $V_e = 112,26 kN$.

Pada kolom yang didesain, gaya aksial terfaktor melampaui $0,05A_g f_c$.

$$P_u = 1900 \text{ kN} > 0,05 \times 800 \text{ mm} \times 550 \text{ mm} \times 30 \text{ MPa}$$

$$P_u = 1900 \text{ kN} > 660 \text{ kN}$$

Jadi, V_c boleh diperhitungkan.

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} b_w d \\ &= \frac{\sqrt{30}}{6} \times 550 \times (800 - 65) \times 10^{-3} = 369 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek apakah dibutuhkan tulangan geser:

$$\begin{aligned} \frac{V_u}{\phi} &> \frac{1}{2} V_c \\ \frac{V_u}{\phi} &= \frac{112,26 \text{ kN}}{0,75} = 149,6 \text{ kN} \\ \frac{1}{2} V_c &= \frac{1}{2} 369 \text{ kN} = 184 \text{ kN} \end{aligned}$$

OK, ternyata $V_u/\phi < V_c/2$ jadi tidak perlu tulangan geser.

Jadi hanya dipasang tulangan confinement saja.

4.8.2 Hubungan Balok dan Kolom

I. Dimensi join

SNI Pasal 21.7.4.1

Luas efektif hubungan balok kolom, dinyatakan dalam A_j , adalah

$$A_j = 550 \text{ mm} \times 800 \text{ mm} = 44000 \text{ mm}^2$$

SNI Pasal 21.7.2.3

Panjang join yang diukur paralel terhadap tulangan lentur balok yang menyebabkan geser di join sedikitnya 20 kali d_b longitudinal terbesar.

$$\text{Panjang join} = 20 \times 18 \text{ mm} = 360 \text{ mm}$$

- II. Penulangan transversal untuk confinement
 SNI Pasal 21.7.3.1
 Harus ada tulangan confinement dalam join.
 SNI Pasal 21.7.3.2
 Jumlah tulangan confinement:
 $0,5A_{sh}/s = 0,5 \times 3,09 \text{ mm}^2/\text{mm} = 1,5 \text{ mm}^2/\text{mm}$
 Spasi vertikal hoop diizinkan untuk diperbesar hingga 150 mm.
- Area tulangan hoop yang dibutuhkan = $150 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}^2/\text{mm} = 231 \text{ mm}^2$.
 Jarak bersih antartulangan tekan dan tulangan tarik balok adalah
 $700 \text{ mm} - 2(40) - 2(13) = 594 \text{ mm}$. Coba pasang empat hoop. Yang pertama dipasang jarak 50 mm dibawah tulangan atas.

jenis	Dimensi		jumlah	As(mm2)
D	Diameter(mm)	luas(mm2)		
13	13	132.665	2	265.33

- Jadi $A_{sh} = 265,33 \text{ mm}^2 > 231 \text{ mm}^2$. OK, pakai 4 hoop 2 kaki D13.
- III. Perhitungan geser join dan cek kuat geser
 $M_e = 0,5 \times (427 + 223) \text{ kN-m} = 325 \text{ kN}$
 Geser pada kolom atas:
 $V_{sway} = (325 + 325) / 4,2 = 209,6 \text{ kN}$
 Dibagian lapis atas balok, baja tulangan yang dipakai adalah 6D18, $A_s = 1526 \text{ mm}^2$.
 Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kiri adalah
 $T_1 = 1,25 A_s f_y = 1,25 \times 1526 \times 400 = 763,02 \text{ kN}$

Gaya tekan yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kiri adalah

$$C_1 = T_1 = 763,02 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kanan adalah

$$T_2 = 1,25 A_s f_y = 1,25 \times 1526 \times 400 = 763,02 \text{ kN}$$

Gaya tekan yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kanan adalah

$$C_2 = T_2 = 763,02 \text{ kN}$$

$$V_u = V_j = V_{\text{sway}} - T_1 - C_2 =$$

$$= 209,6 - 763,02 - 763,02 = 1316 \text{ kN}$$

SNI Pasal 21.7.4.1

Kuat geser nominal join yang dikekang di keempat sisinya adalah:

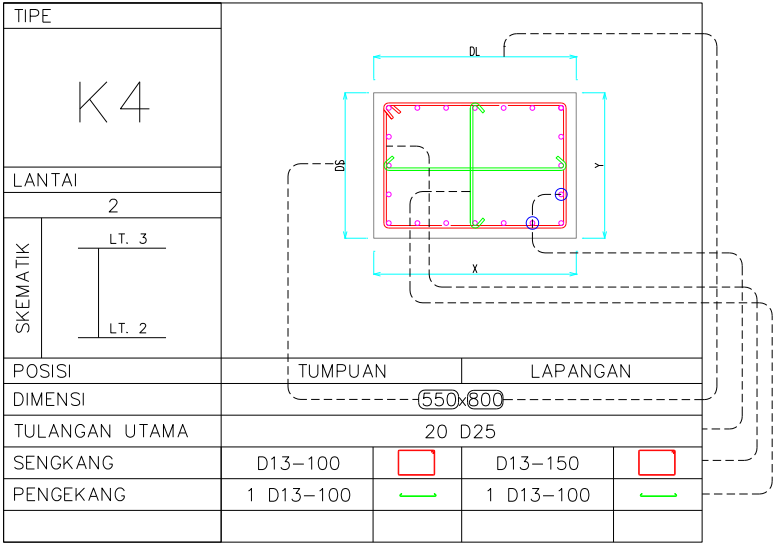
$$V_n = 1,7\sqrt{f_c}A_j$$

$$V_n = 1,7\sqrt{30} \times 44000 = 4096 \text{ kN}$$

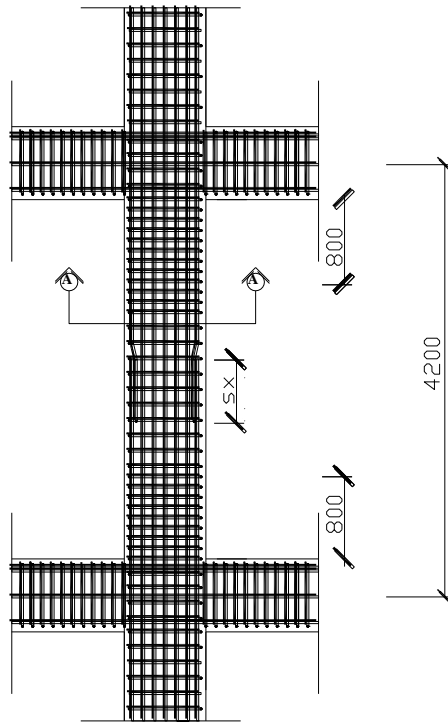
$$\phi V_n = 0,75 \times 4096 \text{ kN} = 3277 \text{ kN}$$

$$> 1316 \text{ kN}$$

OK, kuat geser memadai



Gambar 4.27 Sketsa Penulangan Penampang-Penampang Kolom

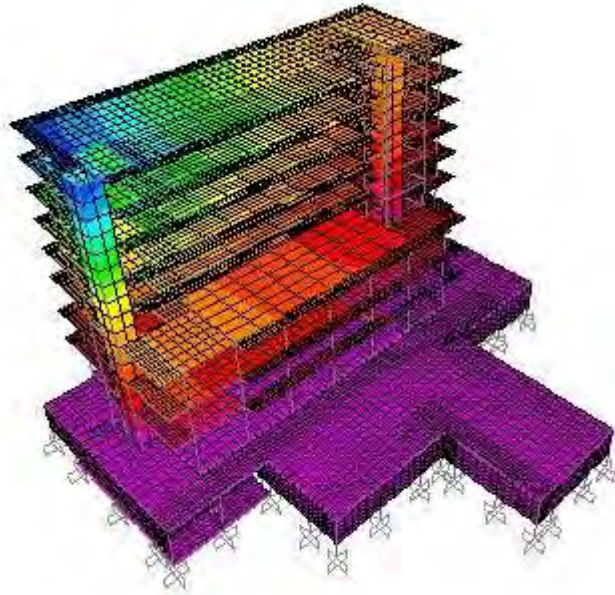


Gambar 4.28 Penampang kolom

4.11 Pemodelan dan Analisa Struktur

4.11.1 Penjelasan Umum

Urutan dan tahapan permodelan struktur dimasukkan sesuai dengan gambar rencana dan parameter-parameter material dan pembebanan dimasukkan sesuai dengan spesifikasi dari material yang digunakan. Setelah permodelan dan analisa struktur maka tahapan berikutnya adalah evaluasi pendetilan elemen struktur dari permodelan tersebut.



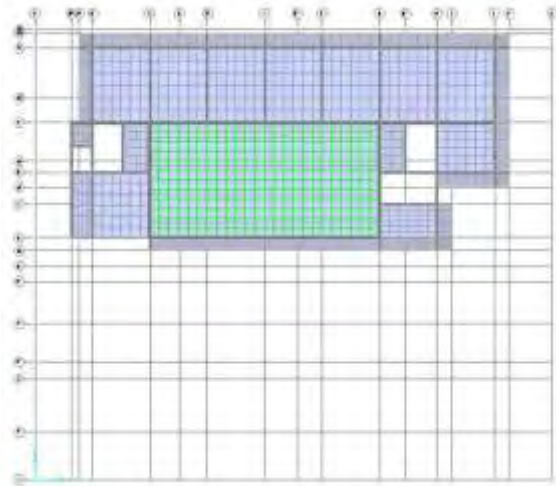
Gambar 4.29 Permodelan Struktur 3D

4.11.2 Pemodelan Pelat Prategang

Pemodelan pelat prategang menjadi satu dengan pemodelan struktur dengan menambahkan element tendon di pelat. Kekuatan stressing yang diinputkan adalah 0,7fpu. Adapun kombinasi yang terjadi jika load pattern prestress dimasukkan.

- a) $1,4DL + 1 \text{ Prestress}$
- b) $1,2DL + 1,6LL + 0,5La + 1 \text{ Prestress}$
- c) $1,2DL + 1,0LL + 1,6La + 1 \text{ Prestress}$
- d) $1,2DL + 1,0LL + 1,0W + 0,5La + 1 \text{ Prestress}$
- e) $1,2DL + 1,0LL + 1,0E + 1 \text{ Prestress}$
- f) $0,9DL + 1,0W + 1 \text{ Prestress}$

- g) $0,9DL + 1,0E + 1 \text{ Prestress}$
- h) $1,2DL + 1,0LL + 1 \text{ Prestress}$



Gambar 4.30 Posisi penempatan tendon pada SAP 2000

Penempatan tendon diperlihatkan pada gambar 3.1 dengan garis berwarna hijau yang di tempatkan dua arah.

Tendon Load

Load Pattern Name: + prestress Units: N mm C

Jack From This Location:

- ☒ 1-End (Start) of Tendon
- ☐ 2-End (End) of Tendon
- ☐ Both Ends Simultaneously

Load Type:

- ☐ Force
- ☒ Stress

Tendon Load:

Stress (N/mm2): 1014

Friction and Anchorage Losses:

Curvature Coefficient (Unitless): 0.15

Wobble Coefficient (1/mm): 3.281E-06

Anchorage Set Slip (mm): 6.35

Other Loss Parameters:

Elastic Shortening Stress (N/mm2): 9

Creep Stress (N/mm2): 16

Shrinkage Stress (N/mm2): 36

Steel Relaxation Stress (N/mm2): 23

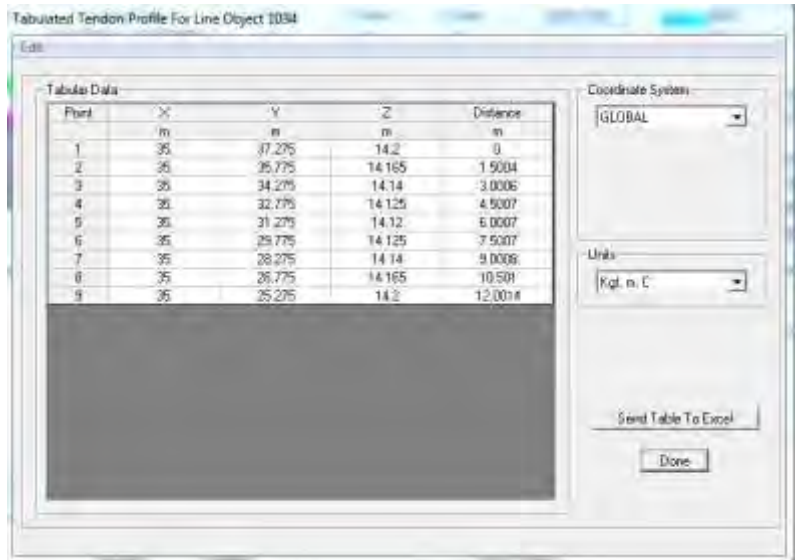
Options:

- ☒ Replace Existing Loads
- ☐ Delete Existing Loads

OK Cancel

Gambar 4.31 Input form tendon load pada SAP 2000

Tendon didesain parabolik dengan eksentrisitas 85 mm pada jarak tengah bentang dan esentrisitas 0 mm pada awal dan akhir bentang.



Gambar 4.32 Input posisi koordinat tendon pada SAP 2000

4.11.3 Pemodelan dan Analisa Struktur

4.11.3.1 Data Masukkan Material

Data masukkan material dalam permodelan SAP 2000 adalah data material elemen struktur beton bertulang. Data masukkan material dapat dilihat pada Gambar 3.1.

The image displays two screenshots of the 'Material Property Data' dialog box in SAP 2000, showing the input for material properties. The top screenshot shows a concrete material with a compressive strength of 30 MPa, and the bottom screenshot shows a concrete material with a compressive strength of 25 MPa.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: 30 MPa

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2300 kg/m³

Mass per Unit Volume: 2300 kg/m³

Units: N, mm, C

Elastic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 25742.16

Poisson's Ratio, ν : 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, α : 9.86E-06

Shear Modulus, G: 9.09E+09

Other Properties for Concrete Material

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 30

☐ Lightweight Concrete

Concrete Strength Reduction Factor: 1

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: 25 MPa

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2300 kg/m³

Mass per Unit Volume: 2300 kg/m³

Units: N, mm, C

Elastic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 25908.675

Poisson's Ratio, ν : 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, α : 9.86E-06

Shear Modulus, G: 9.09E+09

Other Properties for Concrete Material

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 25

☐ Lightweight Concrete

Concrete Strength Reduction Factor: 1

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Gambar 4.33 Input form material elemen struktur pada SAP 2000

4.11.3.2 Besaran Massa

Besaran massa elemen struktur (*mass source*) adalah massa struktur pada SAP 2000 yang digunakan pada perhitungan massa untuk analisa modal menggunakan pilihan dimana berat sendiri akan dihitung oleh struktur sedangkan beban-beban tambahan ditambahkan dengan pembesaran yang sesuai dengan jenis bebannya. Massa-massa beban yang dimasukkan adalah:

- Beban Dead++ : Multiplier 1.0
- Beban Live : Multiplier 0.3



Gambar 4.34 Input form Mass Source untuk analisa modal pada SAP 2000.

4.11.3 Pemodelan Struktur

Analisa struktur terhadap struktur bangunan ini, menggunakan asumsi bahwa sistem struktur merupakan model space frame (3D frame system). Oleh karena itu elemen-elemen struktur dirancang dengan 6 derajat kebebasan pada kedua ujung nodal elemen ($UX, UY, UZ \neq 0$ dan $RX, RY, RZ \neq 0$).

4.11.3.1 Pendefinisian Modal Analisis dan Ragam Analisis

Analisis modal menggunakan SAP 2000 diambil sebanyak 30 Mode Shape untuk menjamin partisipasi massa struktur lebih dari 90 %. Dalam hal ini partisipasi massa dari struktur diambil 99% terhadap gaya lateral kearah X dan kearah Y. Input form untuk analisa modal dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL Start Date: Name: Model/Choice: Load Case Type: Modal

References List: Data Initial Conditions - Unrestrained Mode: Type of Mode: Eigen Vectors Ritz Vectors

Number of Modes: Minimum Number of Modes: 12 Maximum Number of Modes: 21

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Participation Ratio (%)	Static Contribution
X-Trans	UX	99.4183	No
Y-Trans	UY	99.176	No
Z-Trans	UZ	37.3714	No

Other Parameters: Frequency Shift (Linear): Damping Frequency (Radial): Convergence Tolerance: 1.00E-05

Gambar 4.35 Input form untuk analisa modal SAP 2000.

Tabel 4.21 Modal Load Participation Ratio

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.4183	53.111
MODAL	Acceleration	UY	99.176	54.7545
MODAL	Acceleration	UZ	37.3714	5.2406

Tabel 4.22 Perioda Struktur

TABLE: Modal Periods And Frequencies			
OutputCase	StepType	StepNum	Period
Text	Text	Unitless	Sec
MODAL	Mode	1	0.935865
MODAL	Mode	2	0.849154
MODAL	Mode	3	0.620168
MODAL	Mode	4	0.300176
MODAL	Mode	5	0.288686
MODAL	Mode	6	0.277966
MODAL	Mode	7	0.271679
MODAL	Mode	8	0.269741
MODAL	Mode	9	0.241129
MODAL	Mode	10	0.230729
MODAL	Mode	11	0.216661
MODAL	Mode	12	0.187433
MODAL	Mode	13	0.178264
MODAL	Mode	14	0.157717
MODAL	Mode	15	0.153205
MODAL	Mode	16	0.151371
MODAL	Mode	17	0.1498
MODAL	Mode	18	0.146063
MODAL	Mode	19	0.144812
MODAL	Mode	20	0.143982
MODAL	Mode	21	0.143543
MODAL	Mode	22	0.136862
MODAL	Mode	23	0.128157
MODAL	Mode	24	0.127197
MODAL	Mode	25	0.124452

MODAL	Mode	26	0.123488
MODAL	Mode	27	0.117037

4.11.3.2 Kontrol Gaya Dinamis Struktur

Kontrol gaya dinamis struktur untuk melihat apakah gaya gempa yang dimasukkan dengan menggunakan *response spectrum* sudah sesuai dengan yang disyaratkan oleh SNI 1726-2012 pasal 7.9.4.1 menyatakan bahwa apabila $V_t < 85\% V$.

Dari analisa modal, didapatkan perioda fundamental alami struktur sebesar 0,936 detik, sehingga penentuan koefisien C_s adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,468}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,0668$$

tetapi tidak perlu melebihi

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,50}{0,936 \cdot \left(\frac{7}{1}\right)} = 0,0763$$

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \cdot 0,468 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$C_s = 0,0206 \geq 0,01$$

Jadi menggunakan besaran $C_s = 0.0206$

Uncracked

$T = 0,936$ detik (waktu getar)

$C_s = 0,0206$ (koefisien respons seismik-Jambi)

$W_t = 10357811$ kg (*base reaction dead, dead++ , live*)

Tabel 4.23 Output SAP Base reactioned, dead++, live

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
DL	LinStatic	4.229E-07	3.867E-07	8448318.6
LL	LinStatic	1.381E-07	1.333E-08	1245313.1
SIDL	LinStatic	1.012E-07	3.406E-08	634772.84
Lr	LinStatic	3.146E-09	-3.635E-09	29406.78
Total				10357811

$$V_{static} = C_s W_t = 0,0201.10357811 \text{ kg} = 213370,9 \text{ kg} = 213,37 \text{ kN}$$

$$0.85 V_{static} = 0,85.213,37 \text{ kN} = 181,365 \text{ kN}$$

Tabel 4.24 Output SAP Base Shear

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
X QUAKE	LinRespSpec	Max	245100.06	72637.99	2075.38
Y QUAKE	LinRespSpec	Max	72638	211433.12	10539.63

Hasil analisa dinamis gaya geser gempa dari SAP 2000 didapatkan sebesar 245,1 kN untuk arah x dan 211,433 kN untuk arah y sehingga ketentuan

$$V_{\text{baseshear}} > 0,85 V_{\text{static}}$$

$$V_{\text{baseshear}} = 211,433 \text{ kN} > 0,85 V_{\text{static}} = 181,365 \text{ kN}$$

Sudah memenuhi

Sudah memenuhi dan tidak diperlukan faktor perbesaran gempa sebesar.

4.11.3.3 Kontrol Sistem Struktur

Kontrol terhadap sistem struktur yang digunakan dalam desain dapat dilihat dari pembagian gaya gempa dasar yang bekerja pada struktur kolom dan shear wall. Dari analisa SAP 2000, didapatkan bahwa kolom memikul gaya gempa lebih dari 25% dari gaya gempa total.

Tabel 4.25 Joint Reaction Shear Wall

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
539	X QUAKE	LinRespSpec	Max	219.99	8956.34	39502.3
540	X QUAKE	LinRespSpec	Max	172.9	7068.39	22052.57
541	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7161.19	12163.92	25845.78
543	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7133.74	8218.32	23059.45
629	X QUAKE	LinRespSpec	Max	6330.8	517.4	26502.35
630	X QUAKE	LinRespSpec	Max	13919	337.55	11932.35

631	X QUAKE	LinRespSpec	Max	12053.58	22673.59	42385.96
632	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7932.31	24733.71	68600.47
539	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	488.94	7458.14	27391.59
540	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	548.58	9869.79	16427.27
541	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12366.5	10380.08	47455.12
543	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	10416.2	9101.4	44551.95
629	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	13873.54	519.55	34367.31
630	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	14164.92	616.25	37788.71
631	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12058.4	7130.12	59928.56
632	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12271.02	7243.19	53480.2

Tabel 4.26 Penyebaran Gaya Gempa X

Joint/Gaya	Fx	Fy	Satuan
Shear Wall	54923.51	84669.22	Kgf
Column	184361.5	64912.08	Kgf
Total	239285.1	149581.3	Kgf
presentase	77.04683	43.39585	%

Tabel 4.27 Penyebaran Gaya Gempa Y

Joint/Gaya	Fx	Fy	Satuan
Shear Wall	76188.1	52318.52	Kgf
Column	102072.5	152887.5	Kgf
Total	178260.6	205206	Kgf
presentase	57.26026	74.50439	%

4.11.3.4 Kontrol Periode Alami Struktur

Nilai T (waktu getar alami struktur) dibatasi oleh waktu getar alami fundamental untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel dengan perumusan dalam SNI 1726-2012 sebesar :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana :

h_n = ketinggian struktur (28 m)

C_t = parameter pendekatan tipe struktur (sebesar 0.0488)

x = parameter pendekatan tipe struktur (sebesar 0.75)

Tabel 4.28 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x (SNI 1726-2012, Tabel 14)

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bracing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0466 ^a	0,75

Tabel 4.29 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

(SNI 1726-2012, Tabel 15)

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Periode fundamental struktur pendekatan,
 $T_a = 0,0488 \cdot 35,3^{0,75} = 0,706$ detik

dengan batas atas periode fundamental struktur sebesar,

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_a$$

$$C_u = 1,4 \text{ (karena } S_{D1}=0.468)$$

$$T_{a \text{ atas}} = 1,4 \cdot 0,706 = 0,989 \text{ detik}$$

$$T = 0,935 \text{ detik}$$

Sehingga periode fundamental struktur yang ditunjukkan oleh tabel 3.2 sebesar 0,935 detik sudah masuk dalam kisaran :

$$T_a < T < T_{a \text{ atas}}$$

$$0,706 \text{ detik} < 0,935 \text{ detik} < 0,989 \text{ detik [OK]}$$

4.10.3.5 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) seperti ditentukan dalam 7.8.6, 7.9.2 atau 12.1 tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin (Δ_a) seperti dalam tabel 4.29.

Tabel 4.30 Simpangan anatar lantai
ijin (SNI 1726-2012, Tabel 16)

Tabel 16 Simpangan antar lantaiijin, $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025 h_{sx}^c$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$

Untuk mengetahui besarnya simpangan antar tingkat perlu dicari terlebih dahulu nilai perpindahan elastis, $x_{e,}$ dari analisis struktur. Setelah itu nilai $x_{e,}$ dikalikan dengan faktor pembesar C_d/I_e . Setelah itu dapat diketahui besarnya simpangan antar tingkat yang merupakan selisih nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada suatu tingkat dengan nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada tingkat di bawahnya. Nilai simpangan ini selanjutnya dikontrol terhadap batas simpangan sebesar $0,02 h_{sx}$. Rekapitulasi kontrol simpangan ditampilkan pada Tabel 5, dan Tabel 6

Tabel 4.31 Simpangan antar lantai Arah X sumbu X akibat kombinasi 1

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	δ_e (mm)	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	δ_a (mm)	Ket
	1	2	3 (Output SAP)	4 (Δ tiap Lantai)	5 = $C_d \times$ 4 / I	6 = 0,02 x 1	
lt. LG-G	-2.60	4.20	0	0	0	0	OK
lt. G-1	1.60	4.80	0.46	0.46	2.53	84	OK
lt. 1-2	6.40	3.60	1.035	0.575	3.1625	180	OK
lt. 2-3	10.00	4.20	1.39	0.815	4.4825	252	OK
lt. 3-4	14.20	3.40	1.74	0.925	5.0875	336	OK
lt. 4-5	17.60	3.40	2.06	1.135	6.2425	404	OK
lt. 5-6	21.00	3.40	2.3	1.165	6.4075	472	OK
lt. 6-7	24.40	3.40	2.5	1.335	7.3425	540	OK
lt. 7-8	27.80	3.40	2.6	1.265	6.9575	608	OK
lt. 8-9	31.20	3.40	2.7	1.435	7.8925	676	OK

Tabel 4.32 Simpangan antar lantai Arah X sumbu X akibat gaya gempa

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	δe (mm)	δx_e (mm)	δx (mm)	δa (mm)	Ket
	1	2	3 (Output SAP)	4 (Δ tiap Lantai)	5 = $C_d \times 4$ / I	6 = $0,02 \times$ 1	
lt. LG-G	-2.60	4.20	0	0	0	0	OK
lt. G-1	1.60	4.80	0.3	0.3	1.65	84	OK
lt. 1-2	6.40	3.60	2.3	2	11	180	OK
lt. 2-3	10.00	4.20	4.2	2.2	12.1	252	OK
lt. 3-4	14.20	3.40	6.6	4.4	24.2	336	OK
lt. 4-5	17.60	3.40	8.7	4.3	23.65	404	OK
lt. 5-6	21.00	3.40	10.8	6.5	35.75	472	OK
lt. 6-7	24.40	3.40	12.9	6.4	35.2	540	OK
lt. 7-8	27.80	3.40	14.9	8.5	46.75	608	OK
lt. 8-9	31.20	3.40	16.9	8.4	46.2	676	OK

Tabel 4.33 Simpangan antar lantai Arah Y sumbu Y akibat kombinasi I

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	δe (mm)	δx_e (mm)	δx (mm)	δa (mm)	Ket
	1	2	3 (Output SAP)	4 (Δ tiap Lantai)	5 = C_d $\times 4 / I$	6 = $0,02 \times$ 1	
lt. LG-G	-2.60	4.20	0	0	0	0	OK
lt. G-1	1.60	4.80	0.8	0.8	4.4	84	OK
lt. 1-2	6.40	3.60	1.35	0.55	3.025	180	OK
lt. 2-3	10.00	4.20	1.6995	1.1495	6.32225	252	OK
lt. 3-4	14.20	3.40	2.07	0.9205	5.06275	336	OK
lt. 4-5	17.60	3.40	2.25	1.3295	7.31225	404	OK
lt. 5-6	21.00	3.40	2.42	1.0905	5.99775	472	OK
lt. 6-7	24.40	3.40	2.57	1.4795	8.13725	540	OK
lt. 7-8	27.80	3.40	2.68	1.2005	6.60275	608	OK
lt. 8-9	31.20	3.40	2.79	1.5895	8.74225	676	OK

Tabel 4.34 Simpangan antar lantai Arah Y sumbu Y akibat gaya gempa

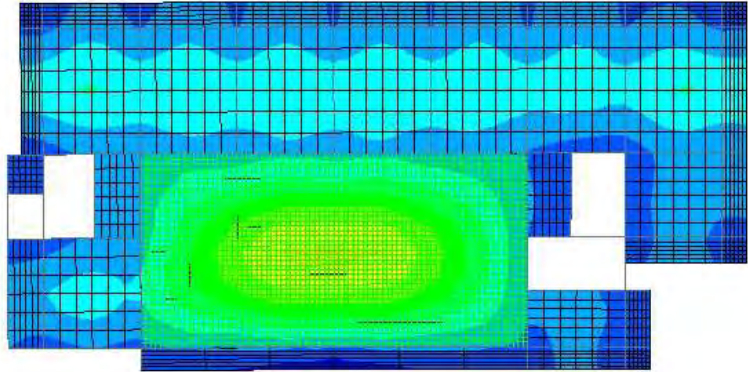
Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	δ_e (mm)	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	δ_a (mm)	Ket
	1	2	3 (Output SAP)	4 (Δ tiap Lantai)	5 = $C_d \times$ 4 / I	6 = 0,02 \times 1	
lt. LG-G	-2.60	4.20	0	0	0	0	OK
lt. G-1	1.60	4.80	0.4	0.4	2.2	84	OK
lt. 1-2	6.40	3.60	1.7	1.3	7.15	180	OK
lt. 2-3	10.00	4.20	2.99	1.69	9.295	252	OK
lt. 3-4	14.20	3.40	4.6	2.91	16.005	336	OK
lt. 4-5	17.60	3.40	6.03	3.12	17.16	404	OK
lt. 5-6	21.00	3.40	7.5	4.38	24.09	472	OK
lt. 6-7	24.40	3.40	8.9	4.52	24.86	540	OK
lt. 7-8	27.80	3.40	10.3	5.78	31.79	608	OK
lt. 8-9	31.20	3.40	11.6	5.82	32.01	676	OK

4.11.3.6 Kontrol Lendutan Pelat Prategang Kondisi 1

(setelah stressing 25 %)

Kombinasi beban (1 DL + 0,25 Prestress)

Pada kondisi ini mengalami lendutan ke bawah sebesar 11 mm(output SAP) < 100 mm.

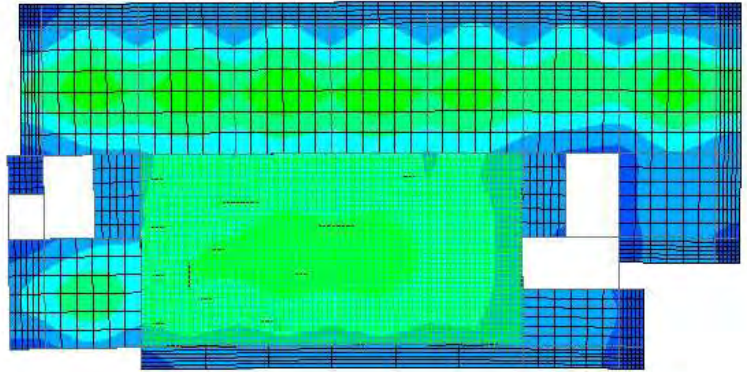


Gambar 4.36 Lendutan Kombinasi beban
(1 DL + 0,25 Prestress)

Kondisi 2 (servis)

Kombinasi beban

(1,4 DL+ 1,6 LL + 1 Prestress) Pada kondisi ini mengalami lendutan ke bawah sebesar 6 mm (output SAP) < 100 mm.



Gambar 4.37 Lendutan Kombinasi beban
(1,4 DL+ 1,6 LL + 1 Prestress)

4.12 Metode Pelaksanaan

Pembahasan metode pelaksanaan berfokus pada pengerjaan pelat prategang mulai dari pengecoran pelat sampai proses stressing tendon yang meliputi jenis alat, jumlah alat, dan durasi penggunaan alat tersebut. Pengecoran pelat dilakukan dengan metode full perancah.

4.12.1 Metode Perancah

Kondisi struktur yang ada dilapangan :

Data umum struktur :

- a. Kolom : 55/55
- b. Balok : 35/50
- c. Tebal plat : 12 cm
- d. Tebal plat prategang : 25 cm

Data umum acuan atau bekisting :

- a. Tebal multiplek : 18 mm
- b. Jarak antar perancah : 90 cm
- c. Jarak spasi acuan : 6,5 cm

Data umum perancah :

- a. Main frame 190 (kapasitas maksimum 2500 kg / tiang).
- b. Leader frame (type 120, type 150).
- c. U head jack.
- d. Horry Beam.

Perhitungan kekuatan scaffolding :

Beban mati :

- a. Plat = $0,25 \times 12 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 6480 \text{ kg/m}$
- b. Balok ukuran 30/50 = $0,35 \times 0,5 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 420 \text{ kg/m}$
- c. Beban Bekisting, Perancah = 100 kg/m

Total Beban mati = 7000 kg/m

Beban hidup (pekerja) = 300 kg/m

Kombinasi beban = $(1,2 \times \text{DL}) + (1,6 \times \text{LL})$

$$= (1,2 \times 7000) + (1,6 \times 300) = 8880 \text{ kg/m}$$

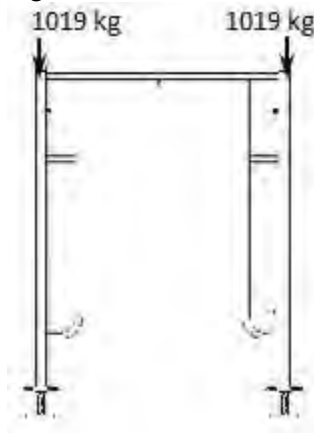
(sepanjang 12 meter, untuk 8 titik)

Besar beban titik (beban struktur) yang harus dipikul oleh tiap tiang scaffolding adalah sebesar:

$$P = \frac{8880 \times 0,9}{8} = 999 \text{ kg}$$

Besar total beban yang harus ditahan oleh tiap tiang scaffolding :

1. Pawal (beban total struktur) = 999 kg
 2. Beban kejut (beban penuangan)= 20 kg
- TOTAL BEBAN = 1019 kg



Gambar 4.38 Beban tiap tiang scaffolding

Akibat kondisi lapangan yang sulit diprediksi, maka nilai reduksi dari kekuatan scaffolding yang digunakan sebesar 0,6. Dengan demikian, maka besar kekuatan tiap tiang scaffolding untuk menahan beban adalah :

$$P = 0,6 \times 2500 \text{ kg} = 1500 \text{ kg} > 1019 \text{ kg}$$

.....aman

Dengan kondisi demikian, maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi perancah (scaffolding) yang ada, kuat untuk dapat menahan besar beban struktur yang ada.

Untuk jacking tendon, menggunakan scaffolding dengan lebar 0,50 m dan kapasitas dukung beban 2 kN / m² di tepi slab.(VSL Report Series)

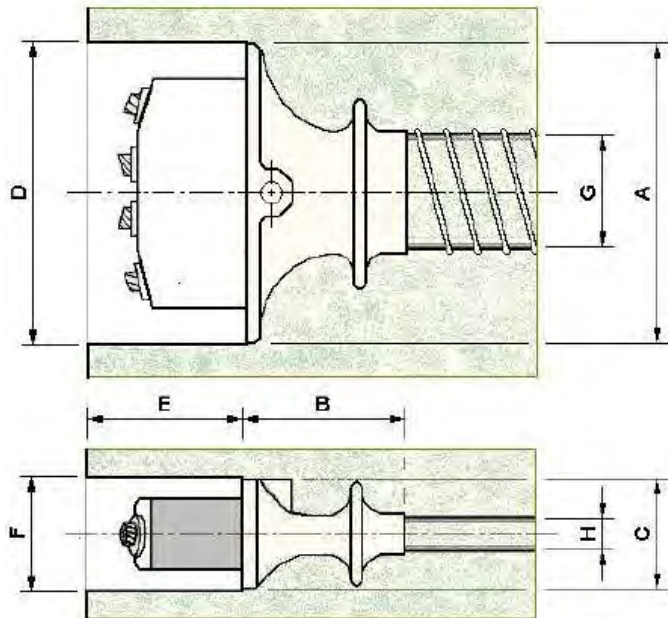
4.12.2 Pemilihan Angkur, Tulangan *Hoop*, dan Alat

4.12.2.1 Angkur Aktif

Berdasarkan tabel standar jacking tendon dari freyssinet, tendon digunakan unit 4 S 13 A.S.T.M - A 416/80 Grade 270 K. Kemudian ukuran angkur aktif dipilih 4 S 13 berdasarkan tabel tipe angkur.

Tabel 4.35 Tipe ukuran angkur (freyssinet prestressing manual)

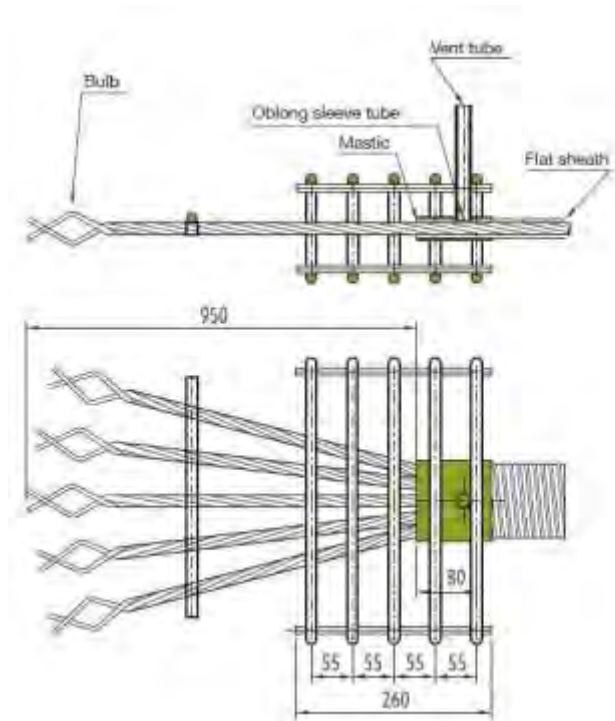
UNIT TYPE	TENDON FORCE	A	B	C	D	E	F	DUCT SIZE G X H (INNER)
	kN	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm. X mm.
2 S 13	367.40	145	78	80	165	95	90	40 X 20
3 S 13	551.10	165	88	82	185	100	95	60 X 20
4 S 13	734.80	192	96	88	215	105	98	70 X 20
5 S 13	918.50	220	110	88	240	110	110	90 X 20
2 S 15	521.40	160	85	82	180	100	95	45 X 25
3 S 15	782.10	192	96	85	215	120	100	70 X 25
4 S 15	1042.80	230	110	100	250	120	110	90 X 25
5 S 15	1303.50	280	170	100	300	125	110	100 X 25



Gambar 4.39 ukuran angkur (freyssinet prestressing manual)

4.12.2.2 Angkur Pasif

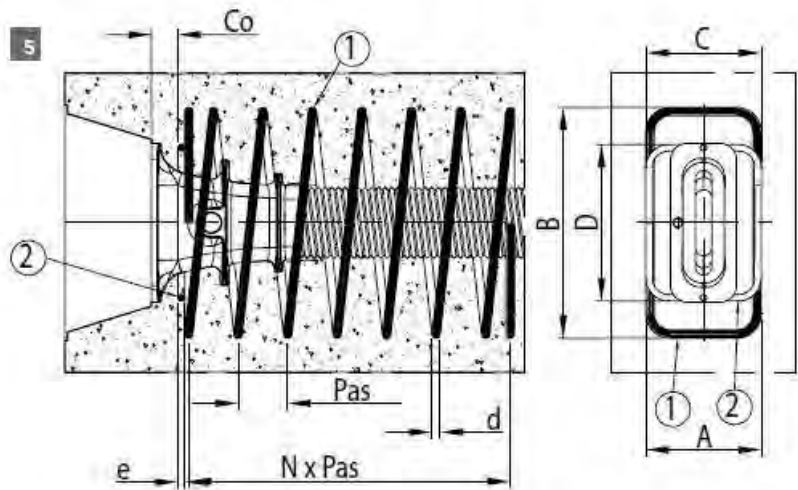
Berdasarkan spesifikasi angkur pasif dari freyssinet, untuk tendon multistrand 4 S 13 terikat maka digunakan angkur pasif type G sebagai berikut.



Gambar 4.40 ukuran angkur pasif type G (integrated solutions for buildings prestressing by post-tensioning freyssinet)

4.12.2.3 Tulangan Hoop

Berdasarkan tabel standar tulangan hoop pada angkur dari freyssinet, tulangan hoop dipilih sesuai dengan jenis tendon yang didesain yaitu 4 B 13 seperti gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.41 ukuran tulangan hoop/sengkan
(integrated solutions for buildings prestressing by
post-tensioning freyssinet)

Tabel 4.36 ukuran tulangan hoop/sengkan (integrated solutions for buildings prestressing by post-tensioning freyssinet)

	1 B500 steel						2 B500 steel		
Unit	Pitch	d	N	A	B	Co	e	C	D
3B13	60	8	4	120	200	45	8	120	120
4B13	60	10	6	140	240	45	8	140	160
5B13	60	10	6	140	260	45	8	140	190
3B15	60	10	6	140	240	45	8	140	160
4B15	60	10	6	140	280	45	8	140	190
5B15	60	12	6	140	320	45	10	140	240

4.12.2.4 Jacking Pump

Dalam proses jacking digunakan alat E.O.H.P Pumps untuk melakukan penarikan tendon dengan spesifikasi sebagai berikut.

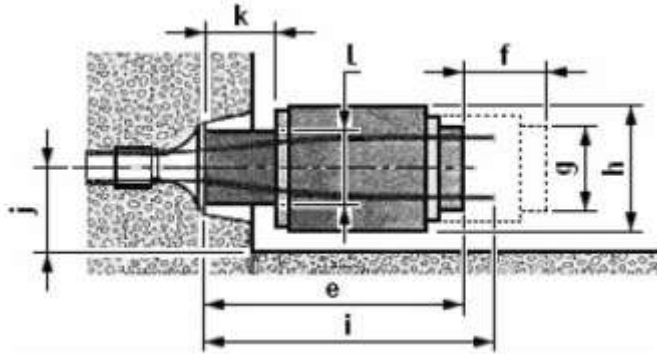
Tabel 4.37 Tipe power pack (freyssinet prestressing manual)

SALIENT FEATURES OF THE POWER PACK	UNITS	E.O.H.P. Power Pack			H.O.H.P. Pump
		MK-I	MK-II	MK-III	
Test Pressure (Max.)	Kg./cm ²	600	650	650	640
Working Pressure (Max.)	Kg./cm ²	450	580	590	550
Oil Delivery (Max.)	Ltr./min	1.50	1.50	1.50	0.20 (S/A) 1.50 (D/A)
Oil Tank Capacity:	Ltr.	25	60		-
-- Do --	Ltr.	10	25		-
T.E.F.C. Electric Motor: 440 Volts, 3 ph, 1440 rpm	hp / kW	2.0 / 1.49	3.0 / 2.24	5.0 / 3.73	-
Dimensions -	mm.	575	630		600
	mm.	335	950		350
	mm.	765	800		980
Machine Weight:	Dry	45.0	110.0		58.0
	With Oil	66.0	162.0		-
Recommended Sizes of Prestressing Cable	-	4S13 - 5S13 4S15 - 5S15 4K13 - 7K13	4K13 - 12K13 4K15 - 7K15 or Equivalent	19K13 - 27K13 12K15 - 27K15 or Equivalent	4S13 - 5S13 4S15 - 5S15 4K13 - 7K13
JACK RECOMMENDATION	-	SC-2 & K100	K-100 & K-200	K-500 & K-700	SC-2 & K-100

Berdasarkan tabel 4.37 digunakan power pack tipe MK-I dengan tipe jack K-100.

Tabel 4.38 Tipe jack (freyssinet prestressing manual)

JACK TYPE	ANCHORAGE TYPE		e	f	g	h	i	j	k	l
K 100	4 K 13	-	635	200	185	275	785	190	126	192
	7 K 13	4 K 15	635	200	185	275	785	190	126	192
K 200	7 K 13	4 K 15	720	200	220	350	875	230	228	274
	12 K 13	7 K 15	726	200	220	350	875	230	231	274
K 350	12 K 13	7 K 15	820	250	267	440	970	270	235	324
	19 K 13	12 K 15	820	250	267	440	970	270	230	324
K 500	19 K 13	12 K 15	940	250	267	515	1090	310	230	410
	27 K 13	19 K 15	933	250	267	515	1090	310	222	410
K 700	27 K 13	19 K 15	881	260	350	610	1030	360	142	478
	37 K 13	27 K 15	973	260	350	610	1125	360	104	478
K 1000	37 K 13	27 K 15	1062	220	400	710	1220	410	268	535
	55 K 13	37 K 15	1171	220	400	710	1320	410	279	535



Gambar 4.42 ukuran jack (freyssinet prestressing manual)

4.12.2.5 Grouting Pump

Grouting pump digunakan untuk memasukkan semen mortatr ke dalam selongsong, karena proses grouting di lantai 3 sehingga dipilih grout pump yang mudah dipindah yaitu model J-600 dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 4.43 tipe groting pump (freyssinet prestressing manual)

Spesifikasi grout pump :		
Delivery (maximum)	:	1200 liter/hr
Testing pressure	:	30 kgf/cm ²
Delivery pressure	:	25 kgf/cm ² (maximum)
Handling weight	:	214 kgs
Overral Dimension	:	980 x 480 x 940 mm

4.12.3 Metode Stressing

Metode stressing dilakukan satu arah sehingga menggunakan angkur aktif dan angkur pasif. Berikut tahap-tahap metode stressing satu arah.

4.12.3.1 Penanganan dan Pemasangan Strand

Strand digunakan sebagai media untuk memberikan tekanan pada struktur, dengan demikian menjadi bagian yang paling penting dari pelaksanaan prategang. Strand dimasukkan atau ditempatkan ke dalam selongsong, ditempatkan dalam struktur beton. Penempatan/ Penyisipan strand dapat dilakukan baik sebelum pengecoran atau juga setelah pengecoran, tetapi penyisipan sebelum concreting lebih dianjurkan dan karena itu, harus diberikan lebih preferensi. Dalam hal ini, selongsong harus diikat kuat untuk mendukung tendon atau kekuatan baja. Ketika strand-strand dimasukkan setelah pengecoran, tindakan pencegahan yang diperlukan adalah mencegah saluran selubung dari kemungkinan tersumbat dengan bubur semen selama pengecoran. Metode yang paling umum digunakan adalah dengan memasukkan pipa selang dalam selongsong untuk mencegah tercampurnya lumpur semen dalam selongsong.

4.12.3.2 Persiapan Stressing

Sebelum memulai stressing sebenarnya, beberapa persiapan tertentu harus dibuat yang wajib dilakukan sebelum pengecoran. Mereka terdaftar sebagaimana di bawah.

Kebutuhan dasar:

1. Operasi Stressing dapat dimulai, hanya setelah beton mencapai itu kekuatan (biasanya 60% sampai 80% dari kekuatan itu paling dalam 28 hari). Hal ini dapat dipastikan dengan menguji kekuatan kubus beton.
2. 3 atau 4 set cetakan kubus (Ukuran: 150 x 150 x 150 mm) harus disiapkan dari beton yang akan digunakan pada struktur yang akan di stressing. Setiap set harus terdiri dari minimal 3 angka cetakan.

4.12.3.3 Proses Stressing

Proses stressing dilakukan berdasarkan manual prestressing freysinet sebagai berikut.

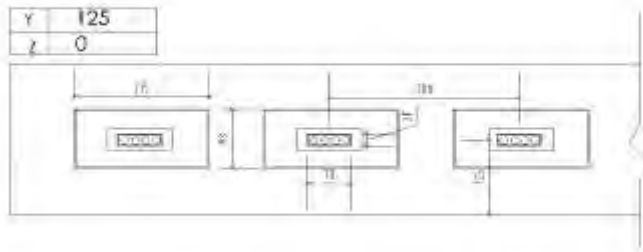
1. Instalasi Scaffolding

5. Pemasangan angkur aktif sebelum pengecoran.

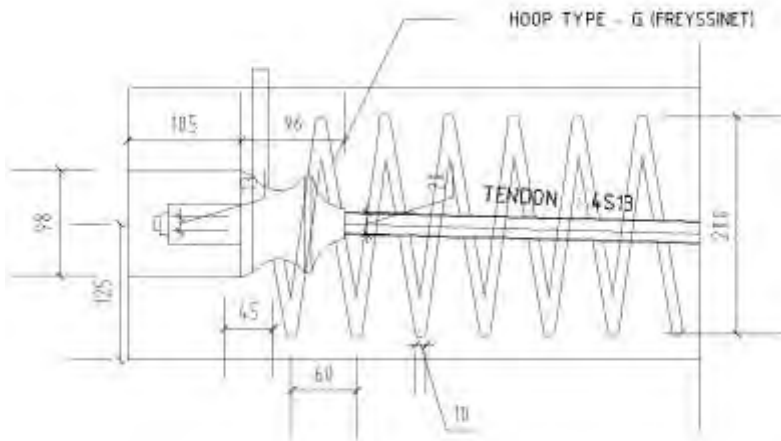
Pratekan Berikut: instalasi saluran dan selongsong



Gambar 4.48 pemasangan angkur aktif (freyssinet postensioned slab)

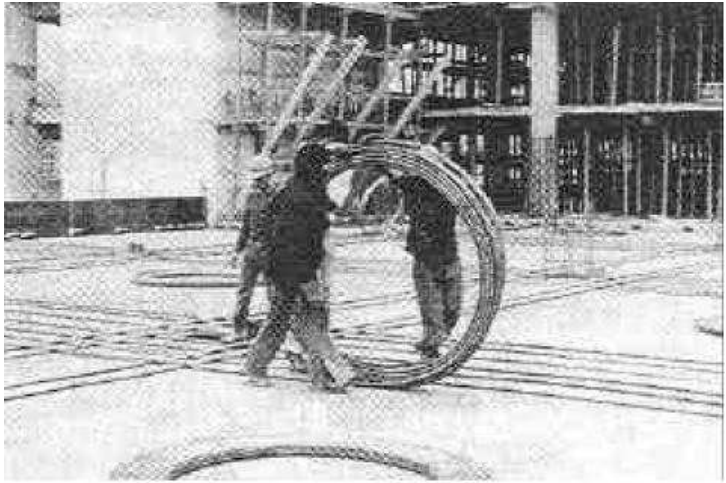


Gambar 4.49 penampang angkur aktif (freyssinet postensioned slab)



Gambar 4.50 Tampak samping angkur aktif (freyssinet postensioned slab)

6. Instalasi selongsong dan strand



Gambar 4.52 pemasangan selongsong



Gambar 4.53 pemasangan strand pada selongsong

7. Pembuatan angkur pasif (proses jacking dilakukan satu arah).



Gambar 4.54 pemasangan angkur pasif (freyssinet postensioned slab)

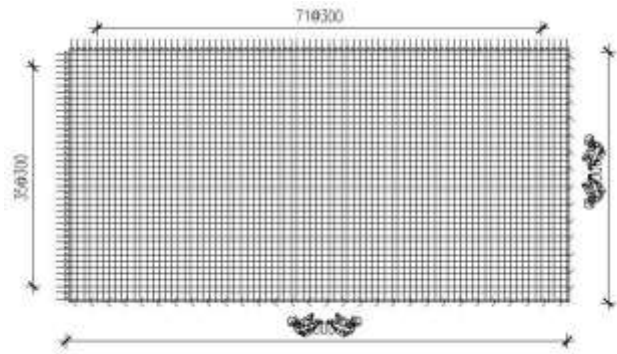
8. Pemasangan profil tendon dengan selongsong dengan parabolik sesuai gambar. (Detail gambar terlampir)



Gambar 4.55 pemasangan selongsong (freysinet postensioned slab)

9. Pemeriksaan oleh manejer bagian prestressing (freysinet) dan pengawas.
10. pengecoran slab di hadapan manajer (Freyssinet) menggunakan alat truk mixer dan concrete pump.
11. Penegangan 25% jika perlu per $40\text{-}50 \text{ kg/cm}^2$ (freysinet)
12. Penegangan untuk 100% per $40\text{-}50 \text{ kg/cm}^2$ (freysinet)

Penegangan dilakukan satu arah dengan dua alat power pack. Stressing tendon arah x dilakukan setelah stressing arah y. Stressing dilakukan dari tengah bentang menuju ke ujung bentang.

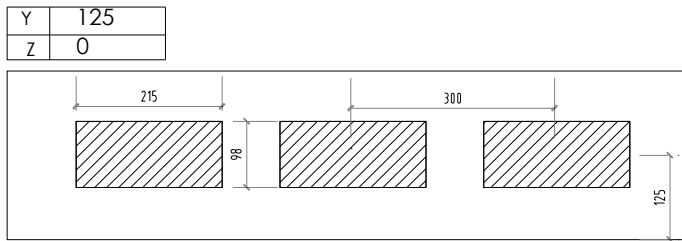


Gambar 4.56 Urutan stressing tendon pada pelat

13. Pemantauan Pemanjangan strand
Pemanjangan strand dicek setiap 5 kali tahap stressing.
14. Melepas bekisting dari slab
15. Pemotongan pertambahan panjang strand akibat jacking
16. Penutupan angkur aktif bekas jacking dengan plesteran semen.



Gambar 4.57 plesteran bekas jacking (freysinet postensioned slab)



Gambar 4.58 detail plesteran bekas jacking (freyssinet postensioned slab)

17. Grouting semen ke dalam selongsong dalam kasus pratekan terikat



Gambar 4.59 Grouting
(freyssinet postensioned slab)

4.12.4 Perhitungan Volume, Alat, dan Durasi

4.12.4.1 Pengecoran Plat Prategang

- **Perhitungan Volume**

Pelaksanaan pengecoran pelat prategang dilaksanakan pertama, tidak bersamaan dengan pelat lain sebelum pengecoran balok dan kolom.

Berikut beberapa hasil perhitungan untuk pengecoran plat:

Data Pelat Prategang:

PL 3 (As F-I-4-8)

$$p = 12\text{m}$$

$$l = 24\text{m}$$

$$t = 0,25\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 12\text{ m} \times 24\text{ m} \times 0,25\text{m} \\ &= 72\text{ m}^3\end{aligned}$$

- **Rencana Grup Kerja**

Berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 1 grup (2 buruh cor)
- Keperluan mandor = $\frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pengecoran terdiri dari waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (bila memerlukan lebih dari 1 truk mixer), waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 7 m^3 .

- Jumlah truk mixer = $\frac{\text{vol tot plat}}{\text{kapasitas truk mixer}}$

$$= \frac{72\text{m}^3}{7\text{m}^3}$$

$$= 11\text{ truk}$$
- Kapasitas produksi = delivery capacity x

$$\text{EK} = 70\text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83$$

$$= 35\text{ m}^3/\text{jam}$$
- Waktu persiapan
 Waktu pengaturan posisi truk

mixer dengan concrete pump= 8 menit
 Waktu pemasangan pompa = 20 menit
 Waktu tunggu pompa= 10 menit
 Waktu menuangkan ke concrete
 =10menit

Total =48 menit

- Waktu tambahan persiapan
 Waktu pergantian truk mixer
 = 18 x 5 menit
 = 90 menit
 Waktu pengujian slump = 18 x 5 menit
 = 90 menit

Total =180 menit

- Waktu pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{v \text{ tot pelat}}{\text{kapasitas produksi}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{72\text{m}^3}{35\text{m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 123,4 \text{ menit}$$

- Waktu pasca pelaksanaan

Waktu pembersihan pompa	=	10
menit		
Waktu pembongkaran pompa	=	20
menit		
Waktu persiapan kembali	=	10
menit		

Total = 40menit

Total durasi = 48 menit + 180 menit + 123,4
 menit + 40 menit
 = 391,4 menit

$$\begin{aligned}
 &= 6,5 \text{ jam} \\
 &= 0,8125 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.12.4.2 *Stressing dan Grouting Plat Prategang*

Stressing dilakukan setelah beton berumur 14 hari (80% kekuatan) dengan penarikan 0,7 fpu. Stressing dilakukan bertahap setiap 45 MPa sesuai kekuatan stressing power pack.

4.10.4.2.1 *Stressing dan Cut Elongation*

Stressing dilakukan dengan menggunakan alat E.O.H,P power pack tipe MK-I dengan tipe jack K-100 dengan kekuatan stressing 45 MPa.

- **Perpanjangan Strand**

- $A \text{ strand} = 3,14 \times 13^2 / 4 = 132,665 \text{ mm}^2$
- $P \text{ strand} = 128,59 \text{ kN} / \text{Strand (Material)}$
- $P \text{ strand} = 128,59 \text{ kN} / 132,665 \text{ mm}^2 = 969,28 \text{ Mpa}$

$$\Delta l = \frac{P}{E} \times l_x$$

$$\Delta l = \frac{969,28}{191000} \times 12000 = 60,89 \text{ mm}$$

Jadi perencanaan pemanjangan strand 60,89 mm.

- **Perhitungan Durasi**

Disediakan alat power pack 2 buah. Jumlah Strand dalam satu tendon ada 4 strand. Stressing dilakukan per 45 MPa sehingga,

$$n \text{ jacking} = \frac{969,28}{45} = 22 \text{ kali}$$

- Waktu persiapan = 2 menit/ tendon = 48 menit/ 24 tendon
- Waktu pelaksanaan

Waktu stressing= 0,2 menit/ n jacking
 Waktu cut elongation= 1 menit/ strand
 Waktu siklus total = waktu stressing + waktu cut elongation

$$\begin{aligned} waktu siklus &= (0,2 \times 22 \times 4) + (1 \times 4) \\ &= 21,6 \text{ menit/tendon} \end{aligned}$$

- Durasi total 72 tendon (12 m)
 (waktu persiapan + waktu siklus) x jumlah tendon / jumlah alat
 Total durasi = (48 menit + 21,6 menit) x 72 / 2
 = 835 menit
 = 13,92 jam
 = 1,74 hari

4.12.4.2.2 Grouting

Spesifikasi grout pump :

Delivery : 1200 liter/hr (maximum)

Testing pressure : 30 kgf/cm²

Delivery pressure : 25 kgf/cm² (maximum)

Handling weight : 214 kgs

Overall Dimension : 980 x 480 x 940 mm

• Perhitungan Durasi

Delivery Capacity (liter/jam)	Efisiensi Kerja				Kapasitas Produksi (liter/jam)
	Faktor Operasi Alat	Faktor Operator	Faktor Cuaca	Rata-Rata	
1200	0.75	0.8	0.8	0.783 3333	940.0

- Waktu persiapan= 5 menit/ tendon
- Waktu pelaksanaan
 Waktu pemindahan alat= 5 menit

Waktu grouting= 0,6659 menit

Waktu plesteran bekas angkur= 10 menit

Waktu siklus grout tendon (menit)	Waktu Tambahan Persiapan (menit)	jumlah tendon	jumlah grout pump	Total (menit)	Total (jam)	Total (hari)
20.66587745	5	72.0	2	923.97	15.40	1.92

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan penulisan tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan pelat prategang diperoleh dimensi yang efektif yaitu 250 mm dengan bentang 12 m x 24 m . Sehingga mampu menghadapi tantangan arsitektural.
2. Pemanfaatan pelat prategang sebagian pada perancangan gedung Oduo weston Hotel dapat diterapkan dikarenakan fungsi ruangan yang mengharuskan tanpa penggunaan kolom.
3. Dari kontrol yang dilakukan (kontrol Sistem Ganda, kontrol nilai partisipasi massa, kontrol nilai akhir respons spektrum, dan kontrol drift) struktur yang dirancang memenuhi persyaratan.
4. Dari metode pelaksanaan *stressing* diperoleh waktu durasi *stressing* sebesar 13,92 jam / 72 t endon dengan panjang tendon 12 meter (tendon 4 *strand* 7 *wire*).
5. Dari metode pelaksanaan *grouting* diperoleh waktu durasi *grouting* sebesar 15,4 jam / 72 t endon dengan panjang tendon 12 meter (tendon 4 *strand* 7 *wire*).

5.1 Saran

Dalam perencanaan suatu struktur harus dilakukan studi yang lebih mendalam dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi dan estetika, sehingga diharapkan perencanaan dapat dilaksanakan mendekati sesungguhnya dilapangan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013, *Standar Nasional Indonesia Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung* (SNI 2847-2013), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 2013, *Standar Nasional Indonesia Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain* (SNI 1727-2013), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 2012, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* (SNI 1726-2012), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 2012, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang Untuk Bangunan Gedung* (SNI 7833-2012), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Ned, T.Y.Lin dan Burns, H, 1996, *Desain Struktur Beton Prategang*, Yogyakarta : Erlangga.
- Nawy, Edward G, 2001, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Jakarta: Erlangga.

Iswandi Imran dan Fajar Hendrik, 2009, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa: Berdasarkan SNI 03-2847-2002* , Yogyakarta : Erlangga.

Budiadi, Andri, 2008, *Desain Praktis Beton Prategang: Berdasarkan SNI 03-2847-2002* , Yogyakarta : ANDI.

Raju, N Khrisna, 1988, *Beton Prategang Edisi Kedua* , Yogyakarta : Erlangga.

BIODATA PENULIS

Muhammad Ali Rofiq



Penulis dilahirkan di Boyolali, 06 Maret 1993, merupakan anak ke-3 dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Cepogo 1 Boyolali, SDN Cepogo 1 Boyolali, SMP AL-ISLAM 1 Surakarta, SMA AL-ISLAM 1 Surakarta, DIII Teknik Sipil FT-UNS Surakarta. Setelah lulus dari UNS tahun 2014, Penulis mengikuti seleksi tes masuk Program DIV Lanjut Jenjang Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIV Teknik Sipil FTSP - ITS tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 3115.040.610. Di Jurusan DIV Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Gedung. Penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh Program Studi, Fakultas dan Institut. Untuk keperluan tugas akhir terapan ini bisa menghubungi ke email penulis rofiq.raharja@gmail.com

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
DL	LinStatic	4.229E-07	3.867E-07	8448318.6
LL	LinStatic	1.381E-07	1.333E-08	1245313.1
SIDL	LinStatic	1.012E-07	3.406E-08	634772.84
Lr	LinStatic	3.146E-09	-3.635E-09	29406.78
Total				10357811

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
X QUAKE	LinRespSpec	Max	245100.06	72637.99	2075.38
Y QUAKE	LinRespSpec	Max	72638	211433.12	10539.63

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
20	X QUAKE	LinRespSpec	Max	795.78	220.88	92098.61
384	X QUAKE	LinRespSpec	Max	559.49	1353.58	4588.94
385	X QUAKE	LinRespSpec	Max	641.57	853.33	553.56
386	X QUAKE	LinRespSpec	Max	815.57	738.22	1283.92
387	X QUAKE	LinRespSpec	Max	151.61	280.4	1643.3
388	X QUAKE	LinRespSpec	Max	138.94	288.25	578.14
389	X QUAKE	LinRespSpec	Max	532.05	1554.11	955.5
390	X QUAKE	LinRespSpec	Max	658.53	962.19	170.85
391	X QUAKE	LinRespSpec	Max	734.92	801.26	313.07
392	X QUAKE	LinRespSpec	Max	787.31	1636.36	214.71
393	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1006.68	932.56	266.11
394	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1133.39	681.48	626.78
395	X QUAKE	LinRespSpec	Max	205.01	232.41	1638.24
396	X QUAKE	LinRespSpec	Max	610.02	186.01	2583.44
397	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3566.42	429.02	1527.15
398	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3558.08	738.15	1012.38
399	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2988.47	1537.17	8322.8
400	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1358.44	1487.62	2994.1
401	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1677.99	784.87	460.72
402	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1665.09	526.58	82.44
405	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2115.4	528.3	251
406	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1973.34	496.47	62501.99
408	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2285.9	856.32	234.7
409	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1968.35	1831.11	2116.62
410	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1943.08	569.9	10863.5

411	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1667.56	767.47	823.51
412	X QUAKE	LinRespSpec	Max	677.56	435.56	6469.2
413	X QUAKE	LinRespSpec	Max	836.97	277.28	2666.36
414	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1802.05	1518.21	6867.76
415	X QUAKE	LinRespSpec	Max	422.06	231.1	711.3
416	X QUAKE	LinRespSpec	Max	370.36	153.9	449.92
417	X QUAKE	LinRespSpec	Max	411.11	146.68	427.13
418	X QUAKE	LinRespSpec	Max	505.5	235.18	391.13
419	X QUAKE	LinRespSpec	Max	677.84	371.99	440.17
420	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1357.64	902.3	332.5
425	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1201.41	591.29	365.23
426	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1448.41	744.14	414.34
427	X QUAKE	LinRespSpec	Max	998	270.27	3826.53
428	X QUAKE	LinRespSpec	Max	853.75	149.64	1475
429	X QUAKE	LinRespSpec	Max	772.29	119.27	526.66
430	X QUAKE	LinRespSpec	Max	688.06	130.59	221.81
431	X QUAKE	LinRespSpec	Max	738.52	184.56	249.21
432	X QUAKE	LinRespSpec	Max	12403.7	452.12	26008.46
433	X QUAKE	LinRespSpec	Max	21783.3	79.93	6170.69
434	X QUAKE	LinRespSpec	Max	16025.5	3301.42	22293
437	X QUAKE	LinRespSpec	Max	741	128.15	9400.48
438	X QUAKE	LinRespSpec	Max	790.1	605.94	16125.38
441	X QUAKE	LinRespSpec	Max	260.47	1529.23	1074.48
442	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2095.64	900.39	11063.36
443	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3700.44	4175.1	127457.6
449	X QUAKE	LinRespSpec	Max	4433.92	813.08	67103.97
466	X QUAKE	LinRespSpec	Max	435.41	157.27	38537.01
469	X QUAKE	LinRespSpec	Max	909.26	330.79	2387.42
470	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1009.19	256.11	516.82
471	X QUAKE	LinRespSpec	Max	961.31	360.43	891.15
472	X QUAKE	LinRespSpec	Max	752.73	469.13	18477.48
473	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3854.54	1006.62	64556.67
482	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1220.47	2937.76	241.53
483	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1372.93	544.5	4546.12
484	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3135.3	107.65	400.93
485	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1677.57	2329.9	5088.14
486	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2356.25	1675.46	14890.43
487	X QUAKE	LinRespSpec	Max	5571.16	572.55	3542.4
488	X QUAKE	LinRespSpec	Max	629.15	646.54	84295.37
489	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1004.83	674.07	9403.62
490	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1354.02	399.82	1813.86
491	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1773.79	711.62	2880.81
492	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1987.37	677.29	6867.47
494	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2158.87	1395.23	80462.21
495	X QUAKE	LinRespSpec	Max	707.9	276.97	398.09

496	X QUAKE	LinRespSpec	Max	984.65	2089.57	1409.38
497	X QUAKE	LinRespSpec	Max	962.89	643.91	1427.8
498	X QUAKE	LinRespSpec	Max	2506.74	631.79	17303.1
499	X QUAKE	LinRespSpec	Max	6142.65	1224.84	16816.58
500	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1174.64	1855.3	11992.27
501	X QUAKE	LinRespSpec	Max	3961.41	708.42	1951.26
502	X QUAKE	LinRespSpec	Max	5165.43	264.3	2560.65
503	X QUAKE	LinRespSpec	Max	4105.49	65.97	8491.69
504	X QUAKE	LinRespSpec	Max	0	0	0
505	X QUAKE	LinRespSpec	Max	5281.98	201.6	5292.09
506	X QUAKE	LinRespSpec	Max	6244.36	289.06	5853.17
901	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1657.98	839.96	434.98
903	X QUAKE	LinRespSpec	Max	1766.67	846.31	6575.12
20	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1186.92	669.14	63963.06
384	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	999.7	2607.31	6948.34
385	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1211.06	2022.33	385.41
386	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1882.85	2353.59	810.87
387	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	354.02	928.59	1875.71
388	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	166.98	952.06	1901.1
389	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	556.59	2980.68	1239.91
390	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	672.18	2293.89	230.88
391	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	821.75	2557.26	371.88
392	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	400.6	3157.45	239.56
393	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	520.6	2249.07	191.22
394	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	589.12	2207.4	406.53
395	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	102.24	771.09	863.23
396	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	441.07	602.19	2564.03
397	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	2857.13	1395.54	2751.57
398	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	3250.97	2338.08	618.13
399	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	2835.87	4960.66	9303.36
400	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	608.92	3142.66	1817.56
401	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	770.12	2017.25	361.64
402	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	863.53	1733.18	247.09
405	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1473.21	1725.79	817.71
406	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1774.42	548.95	73957.14
408	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1729.31	2721.69	661.7
409	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1686.37	5840.85	6375.13
410	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	812.04	1800.59	10981.68
411	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	695.23	1229.56	408.38
412	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	327.77	811.02	4244.47
413	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	366.69	433.59	2544.02
414	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	605.85	1707.3	6031.58
415	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	163.29	742.64	1816.7
416	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	150.59	501.83	1458.52
417	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	177.32	466.87	1401.56

418	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	217.19	529.79	1266.98
419	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	304.65	624.9	1380.18
420	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	555.3	1466.37	1316.88
425	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	574.38	1590.06	1259.51
426	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	600.41	1155.91	141.98
427	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	405.55	460.05	3397.87
428	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	316.95	414.78	5189.04
429	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	282.65	383.57	1591.93
430	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	230.21	421.73	627.83
431	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	229.84	584.71	657.49
432	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	3864.63	1300.54	9832.7
433	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	7358.17	118.84	4363.6
434	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	5032.49	10498.6	6925.58
437	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	266.87	411.57	10454.77
438	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	290.76	833.27	13754.13
441	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	195.44	2128.67	4067.85
442	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1036.76	1769.48	6221.09
443	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1177.02	4393.11	95873.24
449	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	5817.81	2231.76	127203.4
466	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	649.45	567.11	18034.99
469	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	314.47	525.95	2382.96
470	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	293.46	489.61	1553.21
471	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	318.3	1059.58	2312.68
472	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	506.25	1507.09	33107.47
473	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	2736.11	2215.85	117791.9
482	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	469.89	8077.1	646.89
483	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	563.67	1851.54	4710.87
484	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1140.9	302.07	1121.7
485	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	622.03	6621.26	10111.55
486	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	670.65	2015.88	14657.29
487	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1834.7	1295.51	1529.67
488	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	314.55	1052.28	31113.64
489	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	607.27	597.9	3177.26
490	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	522.34	501.97	5884.89
491	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	524.8	1026.32	4073.77
492	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1012.26	2182.28	20214.91
494	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1073.69	3483.31	107354.5
495	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	885.28	781.15	1147.42
496	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	2089.9	6671.9	2333.09
497	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1558.25	2074.15	908.43
498	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1190.52	395.55	10810.76
499	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	7183.22	3891.92	5126.65
500	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1751.54	5955.91	17268.14
501	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1681.51	977.68	6069.1
502	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	2184.71	586.22	7862.59

503	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	1654.23	92.51	11377.57
504	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	0	0	0
505	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	3114.7	511.65	10652.15
506	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	3566.14	201.88	7428.74
901	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	567.44	1250.31	770.79
903	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	658.86	2336.25	4846.23

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
539	X QUAKE	LinRespSpec	Max	219.99	8956.34	39502.3
540	X QUAKE	LinRespSpec	Max	172.9	7068.39	22052.57
541	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7161.19	12163.92	25845.78
543	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7133.74	8218.32	23059.45
629	X QUAKE	LinRespSpec	Max	6330.8	517.4	26502.35
630	X QUAKE	LinRespSpec	Max	13919	337.55	11932.35
631	X QUAKE	LinRespSpec	Max	12053.58	22673.59	42385.96
632	X QUAKE	LinRespSpec	Max	7932.31	24733.71	68600.47
539	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	488.94	7458.14	27391.59
540	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	548.58	9869.79	16427.27
541	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12366.5	10380.08	47455.12
543	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	10416.2	9101.4	44551.95
629	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	13873.54	519.55	34367.31
630	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	14164.92	616.25	37788.71
631	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12058.4	7130.12	59928.56
632	Y QUAKE	LinRespSpec	Max	12271.02	7243.19	53480.2

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.4183	53.111
MODAL	Acceleration	UY	99.176	54.7545
MODAL	Acceleration	UZ	37.3714	5.2406

TABLE: Modal Periods And Frequencies			
OutputCase	StepType	StepNum	Period
Text	Text	Unitless	Sec
MODAL	Mode	1	0.935865
MODAL	Mode	2	0.849154
MODAL	Mode	3	0.620168
MODAL	Mode	4	0.300176
MODAL	Mode	5	0.288686
MODAL	Mode	6	0.277966

MODAL	Mode	7	0.271679
MODAL	Mode	8	0.269741
MODAL	Mode	9	0.241129
MODAL	Mode	10	0.230729
MODAL	Mode	11	0.216661
MODAL	Mode	12	0.187433
MODAL	Mode	13	0.178264
MODAL	Mode	14	0.157717
MODAL	Mode	15	0.153205
MODAL	Mode	16	0.151371
MODAL	Mode	17	0.1498
MODAL	Mode	18	0.146063
MODAL	Mode	19	0.144812
MODAL	Mode	20	0.143982
MODAL	Mode	21	0.143543
MODAL	Mode	22	0.136862
MODAL	Mode	23	0.128157
MODAL	Mode	24	0.127197
MODAL	Mode	25	0.124452
MODAL	Mode	26	0.123488
MODAL	Mode	27	0.117037



Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L [mm]	: 600
Tinggi, H [mm]	: 200 ; 400
Tebal, T [mm]	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200

Berat jenis kering, $\{\rho\}$: 530 kg/m ³
Berat jenis normal, $\{\rho\}$: 600 kg/m ³
Kuat tekan, $\{\sigma\}$: $\geq 4,0$ N/m ²
Konduktifitas termis, $\{\lambda\}$: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m ³	m ²	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m ³	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

Characteristics	Flat Tempered Glass	Flat Heat Strengthen Glass
Bending and Impact Strength	About 3-5 times stronger than annealed glass of equal thickness	About 2 times stronger than annealed glass of equal thickness
Resistance to thermal shock	About 3 times greater resistance than annealed glass or heat-strengthened glass	Greater resistance than annealed glass
Breakage Pattern	40-60 pieces / inch ²	Larger pieces

Product Name	Standard Thickness	Maximum Size	Weight (kg/m ²)	Wind Pressure Resistance *2) Strength (kg)	
				MAGITEMP	FLOAT GLASS
MAGITEMP	5.00 mm	2440 x 5100 mm	12	1080	360
	6.00 mm		15	1320	440
	8.00 mm		20	2400	800
	10.00 mm		25	3000	1000
	12.00 mm	Minimum Size Diagonally 300 mm	30	3600	1200
	15.00 mm		37.5		
	19.00 mm		47.5		





PLASTIC ALUMINUM COMPOSITE PANELS

Nazaria Badat Do!

Comparison Chart Between Alex Panels, Solid Aluminium and Steel

ITEM	ALEX PANELS	SOLID ALUMINIUM	STEEL
Weight	4 mm : 5.48Kg/m ²	3mm:8.0 kg/m ²	1.5mm:11.47 kg/m ²
Flatness	Very Flat	Uneven	Uneven
Heat Insulation	Best	Poor	Poor
Sound Insulation	25db	15db	5db
Echo Response	Low	Medium	High
Weather Proof	Good	Good	Good
Fire Proof	Good	Good	Good
Paint Consistency	Best	Inconsistent	Inconsistent
Paint Microns	Even	Uneven	Uneven
Fabrication	Easy	Difficult	Very Tough
Deliver	Quick	Slow	Slow
Total Cost	Economical	Medium Cost	Expensive
Maintenance	Easy	Easy	Easy
Installation	Quick	Slow	Very Slo

Daftar
Harga

Papan Bangunan Bebas Asbes


**100% BEBAS
ASBES**

PT. Eternit Gresik
Jl. Indro No.1 Gresik 61124, Indonesia
Tel : +62 (0) 31 398 1091
Fax : +62 (0) 31 398 2647

• Harga sudah termasuk PPN 10%
• Harga bisa berubah sewaktu-waktu
• Daftar harga ini sekaligus membatalkan
daftar harga sebelumnya

www.kalsi.co.id
KalsiRata 3®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
* 3.0	1000	1000	4.3	13,995
3.0	500	1000	2.2	8000
3.0	1000	2000	8.6	34,550
3.0	500	2000	4.3	15,850

KalsiBoard Ling 3.5®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
3.5	1220	2440	14.4	62,800
3.5	1200	2400	13.9	60,400

KalsiBoard Ling 4.5®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
4.5	1220	2440	19.0	86,550
4.5	1200	2400	18.4	83,350

KalsiBoard Ling 6®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
6.0	1220	2440	25.4	122,350
6.0	1200	2400	24.5	117,750
6.0	1200	2700	27.6	132,450
6.0	1200	3000	30.7	148,600

KalsiBoard Ling 6-R2®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
6.0	1220	2440	25.4	125,550
6.0	1200	2400	24.5	120,800
6.0	1200	2700	27.6	135,900
6.0	1200	3000	30.7	149,650

KalsiBoard Ling 6-R4®

Plafon

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
6.0	1220	2440	25.4	126,850
6.0	1200	2400	24.5	122,050
6.0	1200	2700	27.6	137,200
6.0	1200	3000	30.7	152,500

KalsiPart 8®

Partisi

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	1220	2440	34.8	164,850
8.0	1200	2400	33.6	158,600
8.0	1200	2700	37.8	178,400
8.0	1200	3000	42.1	198,150

KalsiPart 8-R2®

Partisi

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	1220	2440	34.8	169,000
8.0	1200	2400	33.6	162,650
8.0	1200	2700	37.8	183,000
8.0	1200	3000	42.1	202,100

KalsiPart 8-R4®

Partisi

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	1220	2440	34.8	170,650
8.0	1200	2400	33.6	164,250
8.0	1200	2700	37.8	184,700
8.0	1200	3000	42.1	204,100

KalsiClad 10®

Dinding luar

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
10	1220	2440	43.5	208,000
10	1200	2400	42.1	200,100
10	1200	2700	47.3	225,100
10	1200	3000	52.6	250,100

KalsiClad 12®

Dinding luar

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
12	1220	2440	52.2	251,850
12	1200	2400	50.5	242,450
12	1200	2700	56.8	272,650
12	1200	3000	63.1	303,150

KalsiQua 8®

Papan aplikasi Basah



Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	1200	2400	33.6	209,400

KalsiFloor 20®

Lantai

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
20	1200	2400	84.11	553,000

Produk pelengkap untuk pengikatan & penyelesaian akhir papan **Kalsi®**

	AKSESORIS BARU	Ukuran standar	Unit	Harga (Rupiah)
plafon	KalsiFuring MCR® Profil universal untuk main runner sekaligus cross runner	0,4x45x19x4000 milimeter (mm)	batang	27,650
plafon	KalsiFuring MJC® Joint clip untuk main runner & cross runner	50x35x15 milimeter (mm)	buah	2,200
plafon	KalsiFuring AMP® Metal angle untuk hanger & wall angle	0,65x20x20x4000 milimeter (mm)	batang	14,850
plafon	KalsiFuring LB® L-Bracket untuk penggantung	40x30x20 milimeter (mm)	buah	1,850
partisi	KalsiFrame MT-51® Metal track lebar 51 mm	0,45x51x25x3000 milimeter (mm)	batang	26,750
partisi	KalsiFrame MS-51® Metal Stud lebar 51 mm	0,45x51x35x3000 milimeter (mm)	batang	35,000
plafon	KalsiNail 3-4.5® Paku spesial untuk papan ketebalan 3-4.5 mm	#5 x 1 inch	3000 buah/dos**	82,500
plafon	KalsiScrew CE® Sekrup dengan panjang 20 mm, untuk papan ketebalan 6 mm	#6 x 3/4 inch	1800 buah/dos**	118,800
partisi/dinding luar	KalsiScrew PC® Sekrup dengan panjang 25 mm, untuk papan ketebalan 8-12mm	#6 x 1 inch	1800 buah/dos**	336,600
lantai	KalsiScrew FL® Sekrup dengan panjang 37 mm, untuk papan ketebalan 20 mm	#10 x 1 1/2 inch	1000 buah/dos**	286,000
interior	KalsiTape FG-50® Isolasi penguat sambungan aplikasi plafon & partisi	50mmx50m	Roll	28,750
interior	KalsiKompon IN-F® Kompon penutup sambungan untuk aplikasi dalam ruangan	20 Kilogram (Kg)	Zak	75,800

*untuk KalsiRata 3 ukuran 1x1m harga berlaku untuk pulau Jawa, Bali dan Lombok

**pembelian aksesoris NAIL & SCREW per kelipatan 10 dos



KalsiPlank 8®

Siding plank & listplank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	200	3000	7.0	39,350
8.0	300	3000	10.5	58,950

KalsiPlank 8-Jati®

Siding plank & listplank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
8.0	200	3000	7.0	41,350
8.0	300	3000	10.5	62,000

KalsiPlank 9®

Siding plank & listplank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
9.0	200	4000	11.2	58,950

KalsiPlank 9-Cedar®

Siding plank & listplank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
9.0	200	4000	11.2	62,000

KalsiPlank 10-IL®

Siding plank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
* 10	200	3000	8.75	125,000

KalsiPlank 10-Jati-IL®

Siding plank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
* 10	200	3000	8.75	130,000

KalsiPlank 10-Meranti-IL®

Siding plank

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
* 10	200	3000	8.75	130,000

KalsiDeck 20-Meranti®

Dek Lantai

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
20	200	2400	14.5	225,000

KalsiDeck 20-Meranti-VL®

Dek Lantai

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
20	200	2400	14.5	240,000

*) untuk varian KalsiPlank 10 - IL (Polos, Jati & Meranti) tersedia kembali di bulan September



ETER6 5®

Atap gelombang besar 6

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
5.0	1000	3050	30.5	135,650
5.0	1000	2500	25.0	110,650
5.0	1000	2250	22.5	99,050
5.0	1000	2000	20.0	91,400
5.0	1000	1800	18.0	84,600
* 5.0	1000	1500	15.0	67,600

ETER6 6®

Atap gelombang besar 6

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
6.0	1000	3650	44.0	205,150
6.0	1000	3050	36.5	162,000
* 6.0	1000	2500	30.0	127,050
* 6.0	1000	2250	27.0	118,700
* 6.0	1000	2000	24.0	107,950
6.0	1000	1800	21.5	97,100
6.0	1000	1500	18.0	80,700

Aksesoris Eter6 6 & Eter6 5

Nama aksesoris	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
** EterAX6 NSG® Nok stel gelombang	11.0	59,550
** EterAX6 NSR® Nok stel rata	11.0	59,550
** EterAX6 LPS® Listplank simetris	12.0	100,600
** EterAX6 LPK® Listplank siku	12.0	81,100
** EterAX6 UNS® Ujung nok stel	5.5	84,250

ETER11 3.5®

Atap gelombang kecil 11

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
* 3.5	800	2400	12.5	50,900
* 3.5	800	2100	12.0	45,200
3.5	800	1800	9.0	38,300
* 3.5	800	1500	8.0	32,850

Aksesoris Eter11 3,5

Nama aksesoris	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
ETERAX11 NSG® Nok stel gelombang	3.0	24,250
** EterAX11 LPK Listplank siku	12.0	82,000
ETERAX11 UNS® Ujung nok stel	4.0	31,200
** EterAX11 HC® Hipcapping	1.5	12,100

ETER14 4®

Atap gelombang kecil 14

Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
4.0	1050	3000	24.0	97,700
4.0	1050	2700	21.5	86,450
4.0	1050	2400	19.0	76,800
4.0	1050	2100	17.0	67,300
4.0	1050	1800	14.5	57,700
4.0	1050	1500	12.0	48,450







Aksesoris* Eter14 4


Nama aksesoris	Berat (kg)	Harga (Rupiah)
** EterAX14 NSG® Nok stel gelombang	4.5	36,800
** EterAX14 NSR® Nok stel rata	4.5	32,200
ETERAX14 LPK® Listplank siku	12.0	81,950
** EterAX14 UNS® Ujung nok stel	4.0	31,200

*ukuran yang diproduksi berdasarkan pesanan









**Aksesoris yang diproduksi berdasarkan pesanan

● Packing List

Size (mm)	Thickness (mm)	Per Piece 		Per Carton 			Per Pallet 				Per Container 			
		m²	kg	pieces	m²	kg	cartons	pieces	m²	kg	pallets	pieces	m²	kg
300 x 300	7.5 ± 0.2	0.0900	1.25	18	1.62	22.50	72	1296	116.64	1650.00	 ≈ 13	16848	1516.32	21450.00
450 x 450	8.6 ± 0.2	0.2025	3.33	8	1.62	26.64	56	448	90.72	1491.84	 ≈ 13	5824	1179.36	19393.92

 Calculation based on 22 mt cargo weight, no. of pallets may varies in accordance with different ports requirement.

● Technical Specifications

Type Of Test		MS ISO 13006 : 2003 Group BII _a	
Dimensions and Surface Quality			
	Dimension - Length & Width		
	• The deviation in % of the average size for each tile (2 or 4 sides) from the work size (W).		± 0.6 %
	• The deviation in % of the average size for each tile (2 or 4 sides) from the work size of the 10 test specimens (20 to 40 sides).		± 0.5 %
	• Rectangularity		± 0.6 %
	• Straightness Of Sides		± 0.5 %
	• Thickness		± 5.0 %
	• Surface Quality	A minimum of 95 % of the tiles shall be free from visible defects that would impair the appearance of a major area of tiles.	
	• Surface Flatness - Centre Curvature		± 0.5 %
	- Edge Curvature		± 0.5 %
- Warpage		± 0.5 %	
Physical Properties			
	Modulus Of Rupture, in N/mm²	Minimum 22 N/mm ² Individual minimum 20 N/mm ²	
	Surface Abrasion	Report abrasion class and cycles passed	
	Crazing Resistance	Required	
	Water Absorption (E)	3 % < E ≤ 6 % Individual maximum 6.50 %	
	Breaking Strength, in N	Thickness ≥ 7.5mm	Not less than 1000
		Thickness < 7.5mm	Not less than 600
Chemical Properties			
	Chemical Resistance		
	• Resistance to low concentration of acids & alkalis	Manufacturer to state classification	
	• Resistance to high concentrations of acids & alkalis	Manufacturer to state classification	
	• Resistance to household chemicals & swimming pool salts	Minimum GB	
	Stain Resistance	Minimum Class 3	

Note : The above generic **Venus** Standards on glazed ceramic tiles serve as a general guideline only. Different types of tiles are made to meet different performance requirements. For legal compliance or for specific technical performance please request a confirmation or report from the **Venus** sales & marketing team or their agent.

Only The Best Will Do

Integrated solutions for building prestressing by post-tensioning



D E S I G N , B U I L D , M A I N T A I N



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

The Freyssinet Group

Freyssinet brings together an unrivalled set of skills in the specialist civil engineering sector. It implements high-added-value solutions in two major fields: construction and repair.

With over 5,000 employees, Freyssinet is involved in numerous major projects on five continents, making it the world leader in its specialist fields: prestressing; construction methods; cable-stayed structures; structural accessories; and structural repairs, reinforcement and maintenance.

Freyssinet is highly involved in sustainable development issues and has set up a number of initiatives, particularly to reduce the environmental impact of its construction sites and enhance its social responsibility policy.

Freyssinet is a subsidiary of the Soletanche Freyssinet group, a world leader in the soils, structures and nuclear sectors.

Cover photos:
Telecom Tower, Malaysia

For over 50 years Freyssinet has been involved in the construction of buildings and skyscrapers, optimising their structure through the benefits of prestressed floor technology.

With its integrated prestressing design, supply and installation solutions, Freyssinet makes its expertise and know-how available to contracting authorities and architects to design ever more functional and durable structures, while taking implementation constraints into consideration.

Technical support from the architectural design phase

Contemporary architectural trends favour large uninterrupted floor areas, flexible internal layout and spaces that are easy to modify and move around in, while considerably improving the durability of buildings. All of these requirements can be met through the use of prestressing by post-tensioning, which enables the creation of large unobstructed floor areas with a minimum number of columns and reduced floor thicknesses.

Freyssinet supports its customers from the design stage in order to optimise structures with a view to cutting construction costs and lead times, while meeting their architectural requirements.

Complete integration of prestressing works into the construction cycle

When prestressing operations form part of the construction programme, the constraints associated with scheduling and phasing the works constitute a major challenge. Freyssinet's numerous strengths mean that it is able to guarantee its customers a quality service performed in strict accordance with production cycles:

- The Freyssinet prestressing system, which is CE certified and marked, has been designed for high on-site productivity;
- Freyssinet-designed installation equipment enables fast, high-quality execution;
- Lastly, Freyssinet's specialist teams meet the training and qualification requirements of standard CWA 14646.

Contents

Post-tensioning benefits	p3
Prestressing design	p6
Multi-strand prestressing anchor	p8
Single-strand prestressing anchor	p12
Installation works	p14



POST-TENSIONING BENEFITS

Freyssinet has developed compact prestressing systems suitable for prestressing thin elements. These systems make it possible to significantly improve the slabs commonly used in buildings.

Main benefits

- Larger slab spans require fewer columns, providing great freedom in terms of layout;
- Depending on slab type, elimination of soffits or reduced floor thicknesses. The saving in height thus obtained can result in an increase in the number of storeys in the structure;
- Savings in materials (concrete and steel);
- Foundations are smaller and simpler;
- Shorter lead times due to fast installation.

As well as:

- Elimination of deflection in routine service;
- Reduction in number or even elimination of slab contraction joints and floor expansion joints;
- Better control of shrinkage cracking for improved watertightness and hence greater durability.

The use of floors prestressed by post-tensioning results in a 20% reduction in greenhouse gas emissions compared with traditional reinforced concrete designs.

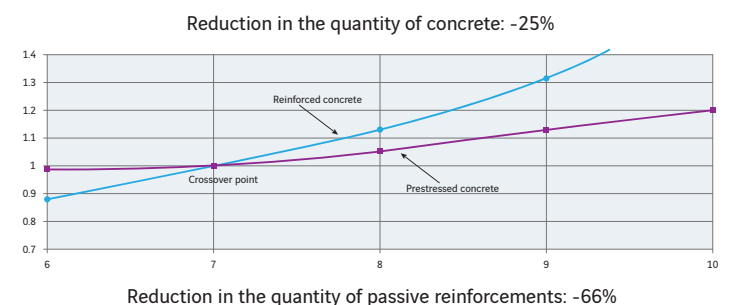
A variety of applications

Freyssinet prestressing systems can be used in floors, foundation slabs and building transfer structures, as well as in industrial slabbing systems. They are a cost-effective, reliable solution for optimising a wide range of structures:

- Residential buildings;
- High-rise office buildings;
- Shopping centres;
- Underground or above-ground car parks;
- Hospitals;
- Schools;
- Business centres;
- Industrial buildings;
- Sports halls;
- Docks, etc.



1 - Blige Street Tower (Australia)
2 - Park Towers (UAE)



Cost comparison for floor systems as a function of span (m)

A VARIETY OF APPLICATIONS



Building floors

These are often thin slabs, continuous over several spans and resting on columns at certain points. Prestressing increases slab bending strength relative to permanent loads and variable loads. Tendons can be arranged in two orthogonal directions or in a preferential direction with added passive reinforcements at right angles.

The benefits brought about by prestressing in building floors are numerous:

- For high-rise buildings:
 - Height between floors reduced to the minimum, enabling material savings to be achieved in vertical elements, structural or otherwise;
 - A shorter construction cycle on each storey, reducing the overall project lead-time and the amount of formwork;
 - The lowest possible floor mass, reducing the loads transmitted to the foundations and loads in cross-bracing when subject to seismic stress.
- For buildings with large plan dimensions:
 - Larger column-free areas, which are more functional and allow for better use of space;
 - For certain commercial or industrial buildings, deflection and crack opening are strictly controlled.

Foundation slabs

Foundation slabs are in direct contact with the ground and enable buildings to be erected on soils with poor mechanical properties.

The undulating layout of the prestressing compensates for permanent and variable loads. The permanent compression of the concrete also improves foundation slab sealing against any water ingress.



- 1 - Mirage Towers (Mexico)
- 2 - Prestressed floor - Cardinal Place (Great Britain)
- 3 - Foundation slab - Aster Building (Saudi Arabia)
- 4 - Transfer slab - The Elysian (Ireland)
- 5&6 - Multimodal platform - Botany Bay (Australia)

Transfer slabs

Transfer structures are often very thick slabs, subject to heavy loading, which absorb the loads from columns above that are not aligned with the columns below. They are generally used in high-rise buildings to clear a space without load-bearing elements or to effect the transition into car park levels.

Prestressing enables the height of transfer slabs to be substantially reduced; in certain cases Freyssinet will be able to offer high-strength tendons equipped with anchors from its C system for civil engineering structures.

Industrial slabs

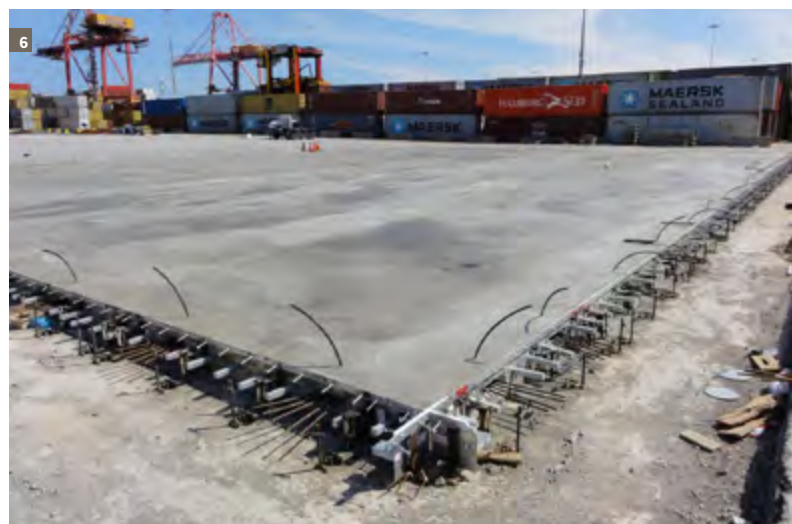
These slabs bear directly on the foundation soil. The prestressing tendons are straight, centred and arranged in both directions. They allow for the reduction or even elimination of passive reinforcements in the main run of the slab.

They improve bending strength and ensure shrinkage cracking is kept under control.

Freyssinet builds very large industrial slabbing areas, while reducing in number of or even eliminating contraction joints. These joints are vulnerable to wear due to traffic and their elimination is particularly appreciated where automated conveyor systems are installed, for which surfaces must be absolutely flat.

The permanent compression of the concrete by prestressing provides concrete foundation slabs with improved watertightness.

Phased work means that disruption can be reduced to a minimum for the operator.



PRESTRESSING DESIGN

Working closely with the architect and the design consultants in charge of the overall design of the project, Freyssinet revises the design then conducts a detailed study of the floors, supplying all the calculation data required for sizing the vertical elements in particular. Freyssinet is also available to put forward optimised variants of the basic reinforced concrete systems.

In order to reduce the thickness of the slabs and fully or partly eliminate passive reinforcements, Freyssinet uses professional, recognised 2D or 3D finite element design software that complies with regulations and local practice, in order to determine floor dimensions.

Right from the preliminary phase, these design programs make it possible for quantities to be fully verified and calculated precisely:

- for slab floors, punching shear strength due to permanent and service loads;
- for slabs on beams, deflection due to service loads on their own, or even shear forces or cracks opening up.

Bonded prestressing

Prestressing by post-tensioning is generally of the bonded type, i.e. made up of steel strands housed in a duct, which is injected with cement grout after tensioning. This arrangement enables strand loads to be transferred to the concrete structure by bonding, which allows for passive reinforcement to be optimised and significantly reduced.

Among other benefits, internal prestressing in concrete makes it possible to guarantee an improvement in fire protection and ensures that tendons can be re-anchored in the event of openings being made at a later date.

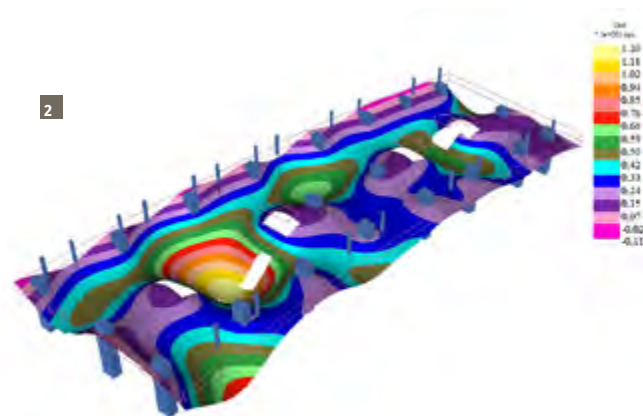
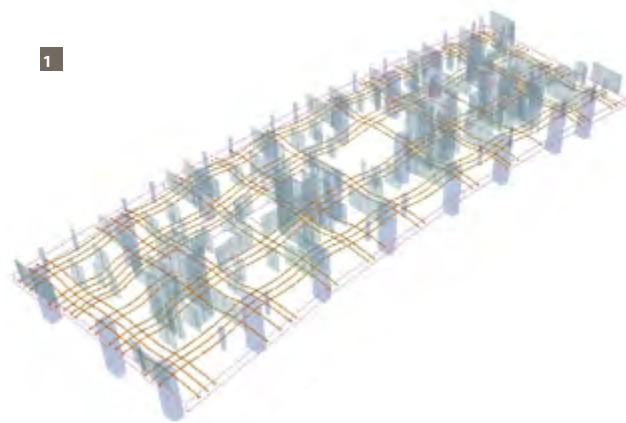
Unbonded prestressing

For projects involving specific stresses, Freyssinet can also offer unbonded prestressing made up of greased sheathed strands installed in the reinforcement prior to concreting. The strands remain mechanically independent of the structure throughout the service life of the structure and slide freely in the concrete.

Unbonded prestressing reduces the space occupied in the thickness of the slab and offers greater freedom in horizontal alignment.

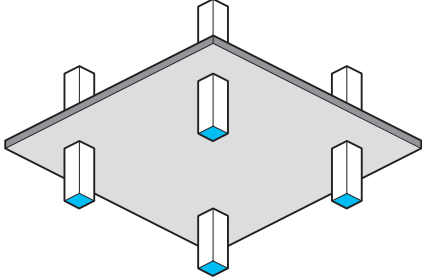
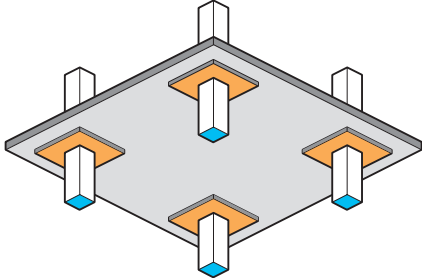
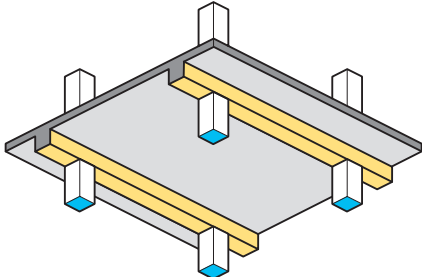
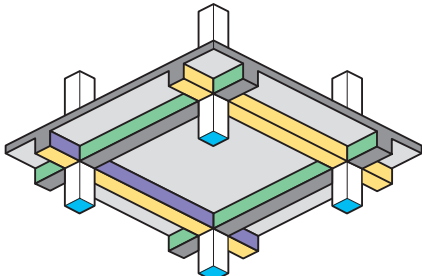
Prefabrication

If appropriate, Freyssinet can put forward a mixed system combining prefabricated elements with prestressed elements cast in situ to optimise lead times and reduce costs.



Rules for preliminary sizing of prestressed concrete floors

The table below describes the main types of prestressed concrete floors and can be used for fast preliminary sizing.

	Diagram	Service load (kN/m ²)	L/h ratio (with passive reinforcements)
Slab floor (load-bearing in both directions) Relatively light or medium service loads.		1.5	45
		2.5	40
		5	35
Slab floor with capitals Same applications but for larger spans and medium service loads. Capital drop between 0.75 h and 1.5 h and overhang between 3 h and 6 h.		1.5	50
		2.5	45
		5	40
Slab load-bearing in a single direction Recommended for floors with a prevailing span in one direction.		1.5	55
		2.5	45
		5	35
Slab load-bearing in both directions Spans approximately equal in both directions.		1.5	70
		2.5	60
		5	50

MULTI-STRAND PRESTRESSING

Type B Active/Passive Anchors

1 The Freyssinet type B prestressing system consists of internal prestressing tendons with 3 to 5 T13 or T15 strands.

Type B anchors consist of active or passive anchors; they are made up the following elements:

- A cast trumplate embedded in concrete that distributes the prestressing load into the structure;
- A block and its jaws, bearing on the trumplate, which anchors the strands.

The construction provisions stipulated in the project must comply with current local regulations, as well the technical specifications, Freyssinet procedures and technical approval, as appropriate, relating to the use and installation of a type B prestressing system.

Bonded prestressing

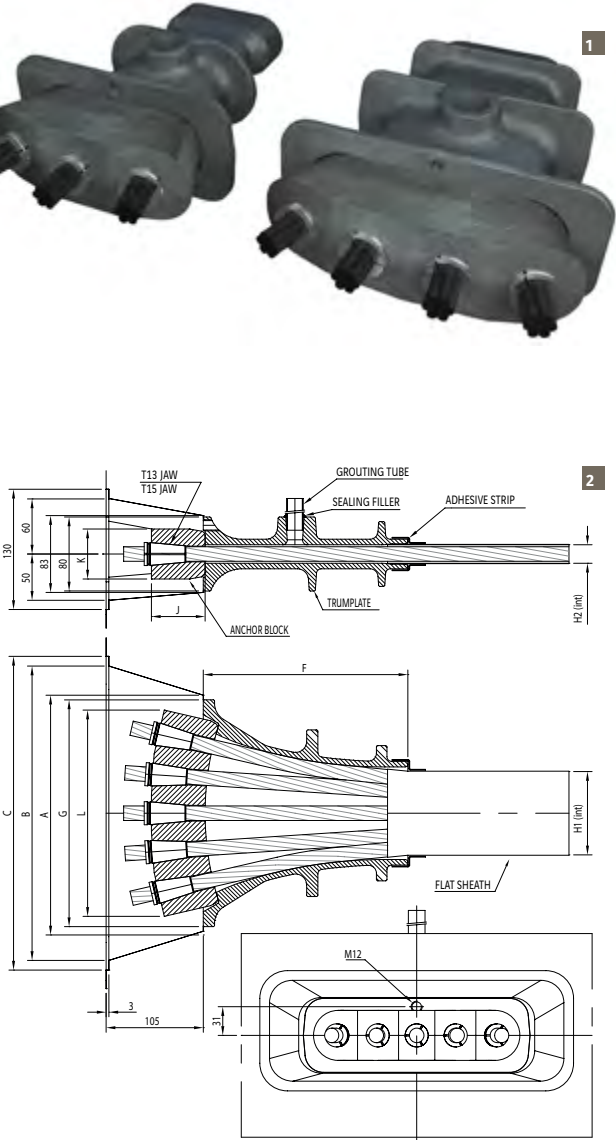
In this configuration, type B anchors are used with uncoated strands in a metal or plastic corrugated flat sheath, for ease of insertion into thin elements. The strands are threaded into their ducts prior to concreting in order to overcome duct crushing problems, which might subsequently impede strand threading.

Once the strands have been tensioned and excess lengths cut off, the duct is injected with cement grout.

Unbonded prestressing

For specific projects, system B anchors can be used with strands protected with grease, coated with an individual HDPE sheath, in order to effect unbonded prestressing. The strands are then incorporated directly into the reinforcement, before concreting.

Once the strands have been tensioned and excess lengths cut off, the anchor is injected with cement grout.



Dimension Anchor	Recess			Trumplate		Smooth sheath		Corrugated sheath		Anchor block		
	A	B	C	F	G	H1	H2	H1	H2	J	K	L
3B13	124	187	208	117	124	40	20	58	21	60	45	111
3B15	164	227	248	147	164	70	20	58	21	57	54	138
4B13	164	227	248	147	164	70	20	58	21	53	55	155
4B15	202	265	286	180	192	70	20	75	21	59	54	181
5B13	202	265	286	180	192	70	20	75	21	50	55	187
5B15	255	318	339	221	245	90	20	90	21	58	54	223



ANCHOR

Prestressing strands

The table below shows the main features of the most common strands that can be used with the Freyssinet prestressing system.

Name	Class MPa	Nominal reinforcement diameter (mm)	Nominal reinforcement cross-section (mm ²)	Nominal weight (kg/m)	Guaranteed breaking load (FpK Kn)	Elastic limit (Fp0.1 kN)
pr EN 10138-3	1,770	12.5	93	0.73	165	145
		12.9	100	0.78	177	156
		15.3	140	1.09	248	218
		15.7	150	1.18	265	234
	1,860	12.5	93	0.73	173	152
		12.9	100	0.78	186	164
		15.3	140	1.09	260	229
		15.7	150	1.18	279	246

- Typical elongation under maximum load for all strands is $\geq 3.5\%$
- Maximum relaxation at 1,000 hours at 0.7 fpk for all strands is $\leq 2.5\%$

Anchor layouts

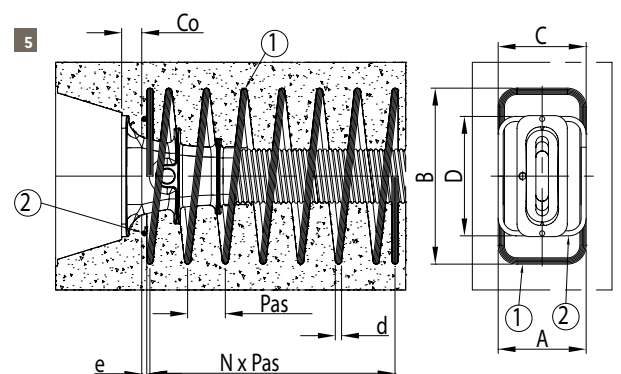
Anchors must be positioned at an adequate distance from the edge and with a minimum centre-to-centre spacing from each other. These distances are obtained using the dimensions from the test assemblies created under the European Technical Approval procedure (ETA).

Hoop reinforcement

The concentrated forces applied by the prestressed units require the installation of hoop reinforcement in the vicinity of the anchors in the case of concrete structures. This local reinforcement comprises anti-burst reinforcement and additional reinforcements as set out in the European Technical Approval document. The diagram opposite illustrates an example of a local reinforcement arrangement.

The reinforcement given in the tables must be supplemented in most cases by general reinforcements (not shown on the drawings), which are the minimum requirement against cracking and general balance reinforcements. The project designer must check the general balance of the anchor zones.

Unit	1 B500 steel						2 B500 steel		
	Pitch	d	N	A	B	Co	e	C	D
3B13	60	8	4	120	200	45	8	120	120
4B13	60	10	6	140	240	45	8	140	160
5B13	60	10	6	140	260	45	8	140	190
3B15	60	10	6	140	240	45	8	140	160
4B15	60	10	6	140	280	45	8	140	190
5B15	60	12	6	140	320	45	10	140	240



- 1 - 3D views of 3B15 and 5B15 anchors
- 2 - Overall dimensions
- 3 - 4B15 anchor complete with sheath
- 4 - Food processing plant (Singapore)
- 5 - Hoop reinforcement

MULTI-STRAND PRESTRESSING



Type B Active/Passive Anchors

Formwork accessories

Freyssinet offers a full range of accessories to create the recesses used for subsequent sealing of the anchors, i.e. for a break in a shuttering face or for a raised anchor above the slab.

Bonded prestressing sheath

Prestressing sheaths are either flat smooth metal sheaths (the most commonly used type) or round corrugated metal or plastic sheaths (CE marked). As from the design phase, the radii of curvature in the deviated zone and the coefficients of friction must be validated by Freyssinet.

Tensioning

Tendons with type B anchors are tensioned using single-strand hydraulic jacks equipped with a hydraulic anchor jaw locking-off system as an option. Initial forces before and after transfer must comply with local regulations and with the Freyssinet working documents.

The tensioning operation cannot start unless the compression strength of the concrete measured on site, in the vicinity of the anchor zone, is greater than the value specified for the project.

Sealing

Once the tendons have been tensioned and the strands cut to length, the anchors are generally protected by sealing in concrete.

Cement grout and injection

Prestressing strands, if not individually sheathed and greased, are protected by injecting the duct containing them. The filler is a cement grout that generates a passivation layer on the surface of the steel, which protects it against corrosion. Based on laboratory studies and on-site suitability tests, Freyssinet has specified and qualified a prestressing grout suitable for the project conditions.



- 1 - Plastic formwork box
- 2 - Installing the sheathing
- 3 - View of anchor after sealing
- 4 - Type G anchor
- 5 - Type N anchor
- 6 - Installing a type G anchor

ANCHOR

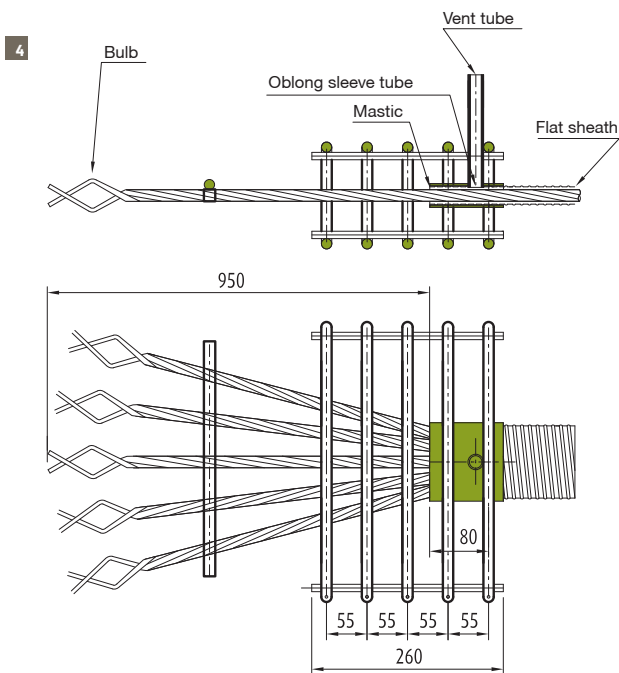
Type G and N Embedded Passive Anchors

The type B anchor system can be used in combination with two types of passive anchor embedded in concrete:

- the type G bulb anchor, which operates by bonding;
- the type N anchor, which uses an individual plate on which an extruded sleeve bears

Type G embedded anchor

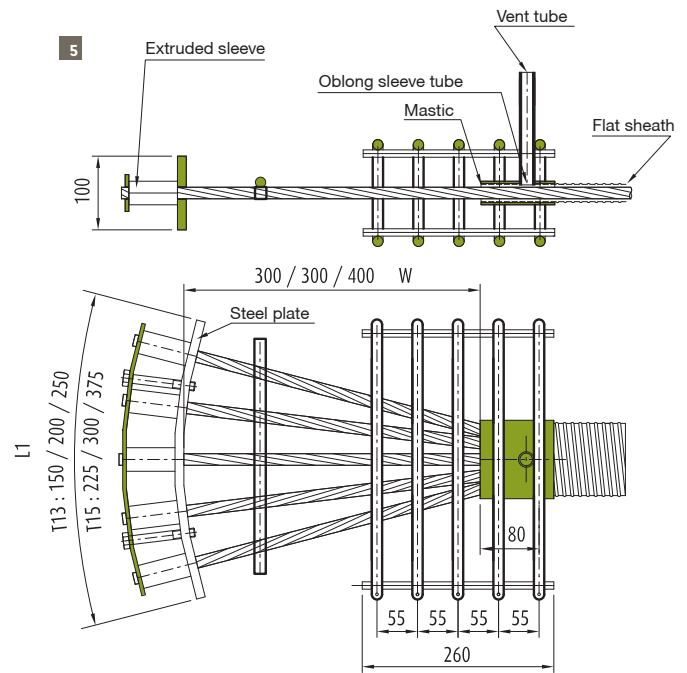
The type G anchor is an anchor that operates by bonding. The end of each strand is preformed so as to create an anchor bulb.



Type N embedded anchor

In the type N anchor, each strand has an extruded sleeve, which bears individually on a steel plate.

Each one of these anchors is used with its specific hoop reinforcement.



SINGLE-STRAND PRESTRESSING

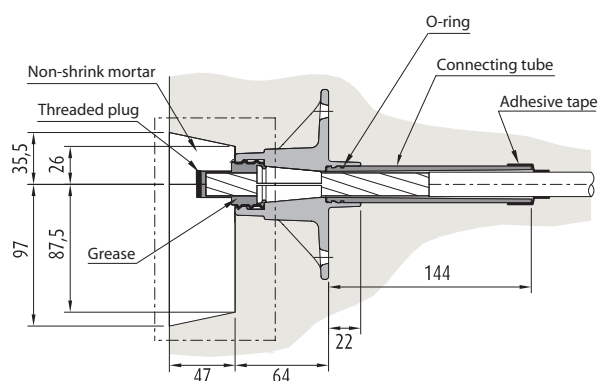
1 Type F Single-Strand Active/Passive Anchor

The 1F15 single-strand anchor is used to effect unbonded prestressing. It consists of an active anchor, which is also used as a passive anchor by means of pre-locking.

Composition of the 1F13/15 system

- The 1F13/15 anchor is made up of the following elements:
 - A cast anchor body (with its jaws) embedded in the concrete, which distributes the prestressing load into the structure and acts as an anchor for the strands;
 - A plastic connecting tube that provides permanent protection for the uncoated part of the strand;
 - A plastic cover filled with grease that provides permanent protection for the jaws;
 - As an option, formwork accessories to create the anchor recess and enable sealing after tensioning.
- The bands forming part of the anti-burst reinforcement;
- The protected sheathed sliding prestressing strands.

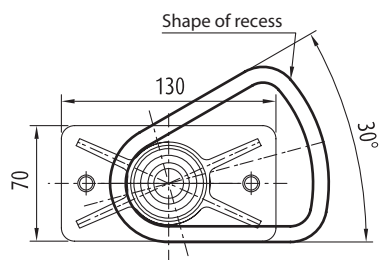
2



Unbonded prestressing

The strands are incorporated directly into the reinforcement, before concreting.

3



4



- 1 to 3 - 1F13/15 single-strand unit
 4 - Car park slab - Toulouse (France)
 5 - NB1F15 pre-locked anchor
 6 - Anchor with extruded sleeve
 7 - Standard layout prior to concreting - Lanslebourg (France)

ANCHOR

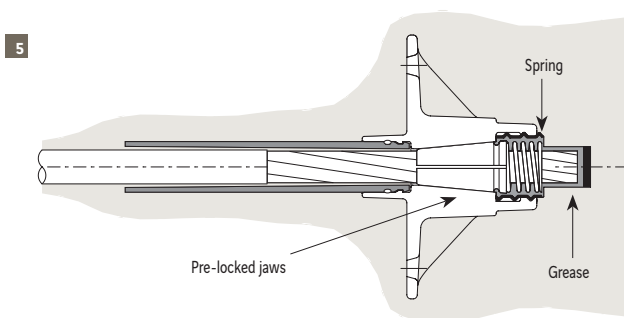
Single-Strand Passive Anchors embedded in concrete

1F13/15 active anchors can be used in combination with two types of passive anchor embedded in concrete:

- The pre-locked NB1F15 mechanical anchor;
- The type N anchor, which uses an individual plate on which an extruded sleeve bears.

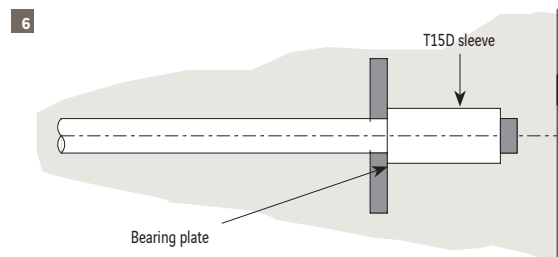
Type NB 1F13/15 embedded anchor

The NB 1F13/15 embedded anchor is similar to the 1F13/15 active anchor. When used as an embedded anchor, the wedge is pre-locked using a jack before the anchor is installed in the formwork. It is then fitted before concreting with a plug filled with grease screwed onto the back of the anchor and fitted with a jaw retaining spring that eliminates any risk of the strand sliding.



Type N embedded anchor

In the type N anchor, each strand has an extruded sleeve, which bears individually on a steel plate.



Standard layout

- Mesh in lower plane
- Even distribution of monostrands in one direction
- Grouping of monostrands along rows of columns
- Top bar reinforcement in upper plane
- Incorporation of services (electricity, rainwater, underfloor heating, etc.)



INSTALLATION WORKS



Freyssinet acts as your partner for all your projects, offering integrated solutions that ensure a turnkey service and guarantee quality work carried out in compliance with safety rules.

Prestressing is installed in a number of stages:

1. Formwork installation
2. Installation of lower mesh and lower beam reinforcements
3. Installation of active anchors at concreting breaks
 - 3a. Bonded prestressing: duct installation and strand threading
 - 3b. Unbonded prestressing: installation of greased sheathed strands, which may be prefabricated
4. Creation of passive anchors
5. Creation of tendon profile using plastic supports
6. Installation of upper reinforcements
7. Inspection of prestressing and reinforcements by a Freyssinet manager
8. Concreting of slab in the presence of a Freyssinet manager
9. Tensioning to 25% if necessary
10. Tensioning to 100%
11. Elongation monitoring
12. Stripping formwork from slab
13. Cutting strands to length
14. Sealing of anchor recesses
15. Cement grouting of ducts in the case of bonded prestressing



Specialist teams

Freyssinet prestressing specialists are certified through internal training and provide the assurance that our work is carried out correctly in compliance with CWA No.14646 voluntary certification requirements. We therefore undertake to supply and install the prestressing kit in compliance with our European Technical Approval.



Rapid installation

The small quantity of passive reinforcements required compared with a reinforced concrete solution speeds up construction cycles.

Tensioning concrete to 25% after a short period of ageing (24 hours) enables slab cracking to be checked and guarantees that crack openings do not exceed 0.3 mm.

Tensioning prestressing tendons to 100% after around 3 days enables formwork to be stripped rapidly and permanently from horizontal elements, which will be capable of taking up 100% of the loads for which they have been sized.

Strength on tensioning

The first tensioning of the tendon to 25% of the final tensioning load may be carried out if the concrete behind the anchor has reached a compressive cylinder strength of at least:

- 10.5 MPa for an F13 anchor,
- 9.5 MPa for a B13 anchor,
- 10.5 MPa for an F15 anchor,
- 11.0 MPa for the B15 system.

Freyssinet equipment

Ease of installation is one of the leading aspects of our approach, meaning that we use elements that can be carried by hand, thus reducing crane usage time.

The various items of equipment required to install prestressing are as follows:

- Single-strand jacks with around 25 kg capacity;
- Portable engine-powered or electric tensioning pumps;
- Trumplate support negatives;
- Extrados tensioning recess negatives;
- Jacks for creating passive bulbs;
- Sleeve extrusion presses;
- Wedge pre-locking jacks;
- Mixing and grouting unit.

1 - Sheath installation

2 - Embedded passive anchors

3 - Formwork box for extrados active anchor

4 - Anchor and its hoop reinforcement at slab edge

5 - Concreting

6 - Individual strand tensioning (France)





Over 60 locations worldwide

THE AMERICAS. Argentina . Brazil . Canada . Chile . Colombia . Salvador . United States . Mexico . Panama . Venezuela . EUROPE. Belgium . Bulgaria . Denmark . Spain . Estonia . France . Hungary . Ireland . Iceland . Latvia . Lithuania . Macedonia . Norway . Netherlands . Poland . Portugal . Romania . United Kingdom . Russia . Czech Republic . Serbia . Slovenia . Sweden . Switzerland . Turkey . AFRICA AND MIDDLE EAST. Abu Dhabi . South Africa . Algeria . Saudi Arabia . Dubai . Egypt . Jordan . Kuwait . Morocco . Oman . Qatar . Sharjah . Tunisia . ASIA. South Korea . Hong Kong . India . Indonesia . Japan . Macau . Malaysia . Pakistan . Philippines . Singapore . Taiwan . Thailand . Vietnam . OCEANIA. Australia . New Zealand



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

www.freyssinet.com

Concepts

Products

Service

For the highest performance and a good conscience.
NORTEC raised floor systems



Lindner

Building New Solutions

Building new solutions.

Lindner undertakes major worldwide projects in all areas of interior finishes, insulation technology, industrial services and building facades. From pre-planning through to project completion Lindner is your partner of choice.

The Company's extensive manufacturing capability enables quality to be strictly maintained whilst allowing maximum flexibility to meet individual project requirements.

Environmental considerations are fundamental to all Lindner's business principles.

Through partnerships with clients Lindner turns concepts into reality.

Choosing Lindner you have:

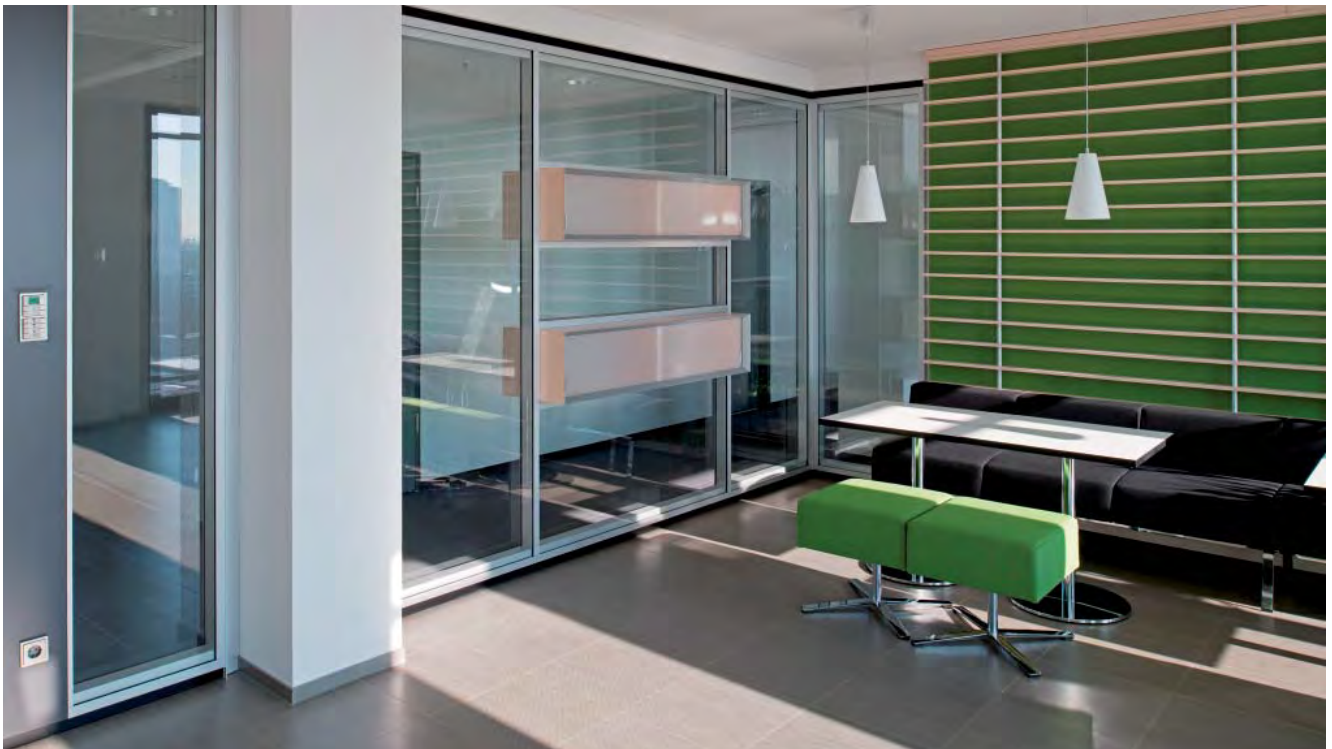
Lindner Concepts:
Tailored solutions specifically geared to satisfy individual project requirements

Lindner Products:
Quality materials and systems to the very highest industry standards

Lindner Service:
Comprehensive project management services

NORTEC raised floor systems

Top quality for your interiors.



Your benefits at a glance

- First-class underfoot comfort
- Excellent load-bearing capacity
- Non-combustible
- Individual panels simple to remove and interchange
- Huge selection of floor coverings

Contents

For the highest performance and a good conscience.	5-6
System data – NORTEC	7
System description – NORTEC	8
Lindner substructures	9
Reinforcement profiles	10-11
NORTEC acoustic	12-13
NORTEC comfort	14-15
NORTEC power	16-17
NORTEC sonic	18-19
System accessories	20-22
Naturally sustainable	23
Load-bearing capacity	24-27
Fire protection	28
Sound protection	29
Seismic safety	30
Joint permeability	31
Static electricity	32-35
Floor coverings	36-43
Standards and regulations	44-47
We can do it all for you.	48



For the highest performance and a good conscience.

Lindner NORTEC

Lindner is one of the world's leading and largest manufacturers for raised and hollow floor systems. We achieve best dimensional accuracy and a technical maturity level which is unique in the market on the very state-of-the-art and environmental friendly equipment at production sites in Germany.

System products made in Germany.

Lindner floor systems as well as NORTEC raised floors from calcium sulphate are developed in house as complete systems. Every component is adjusted to each other in order to guarantee a perfect result. In our factories, we do not only process the carrier panels – from recovered paper, recycled gypsum and reprocessed water – but also the complete substructure. Over 15,000 t of steel per year are formed and afterwards galvanized at our premises for their finishing with the production of raised and hollow floor pedestals.

Eco-friendly.

Lindner's excellent quality is not left to chance, but is assured by a sophisticated quality management system, demonstrated by our certification to ISO 9001. Samples taken during production are tested against a full range of technical parameters such as stability, breaking load, dimensional accuracy, adhesive values, etc. (over 100 test criteria in all). Our test labs are equipped with ultra-modern test equipment, and constantly test edge trims, adhesives, zinc layer thickness etc.

Independent institutes test all systems to the accepted standards for noise, fire safety and mechanical resistance. Tests meeting European standards and certification for almost all European countries are part of our portfolio. We also have the respective evidences for international sales areas.

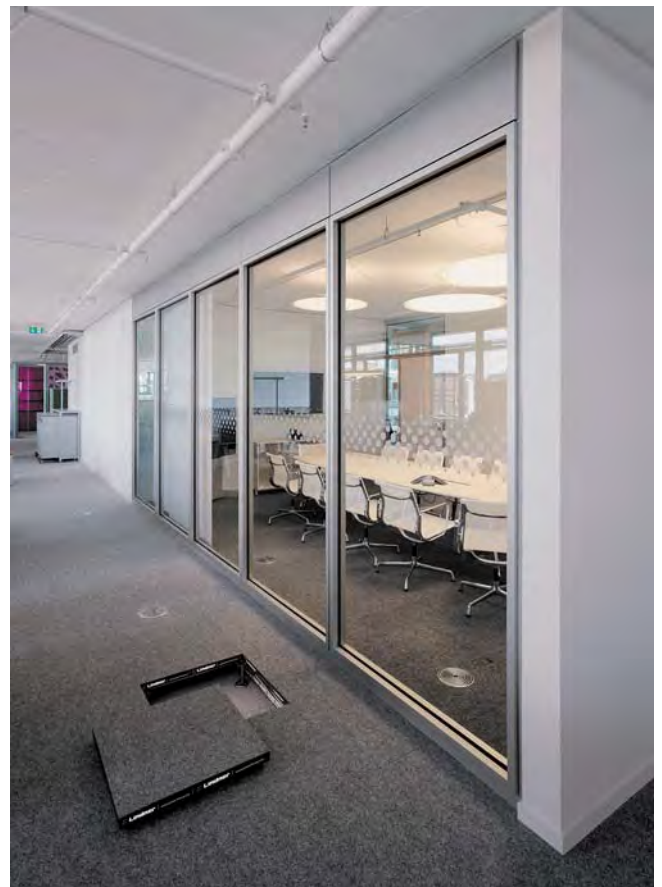


Our high-quality NORTEC raised floor panels are made from recovered paper, recycled gypsum and reprocessed water.

A floor for any occasion

The NORTEC raised floor system offers impressive in-built properties and truly state-of-the-art technology. It is the ideal product for almost any field of application. NORTEC floor panels give superb underfoot comfort. They are manufactured from calcium sulphate (gypsum): a non-combustible material with superlative structural and physical properties. This product also offers outstanding levels of soundproofing. As a

manufacturer, we can determine the choice of raw materials used. The Institute of Building Biology in Rosenheim recommends NORTEC as a biologically-neutral building material. Our gypsum panels are virtually emission-free. NORTEC can be combined with many other systems, offering a great degree of flexibility. There is also a practically limitless choice of floor coverings.



Typical areas of use

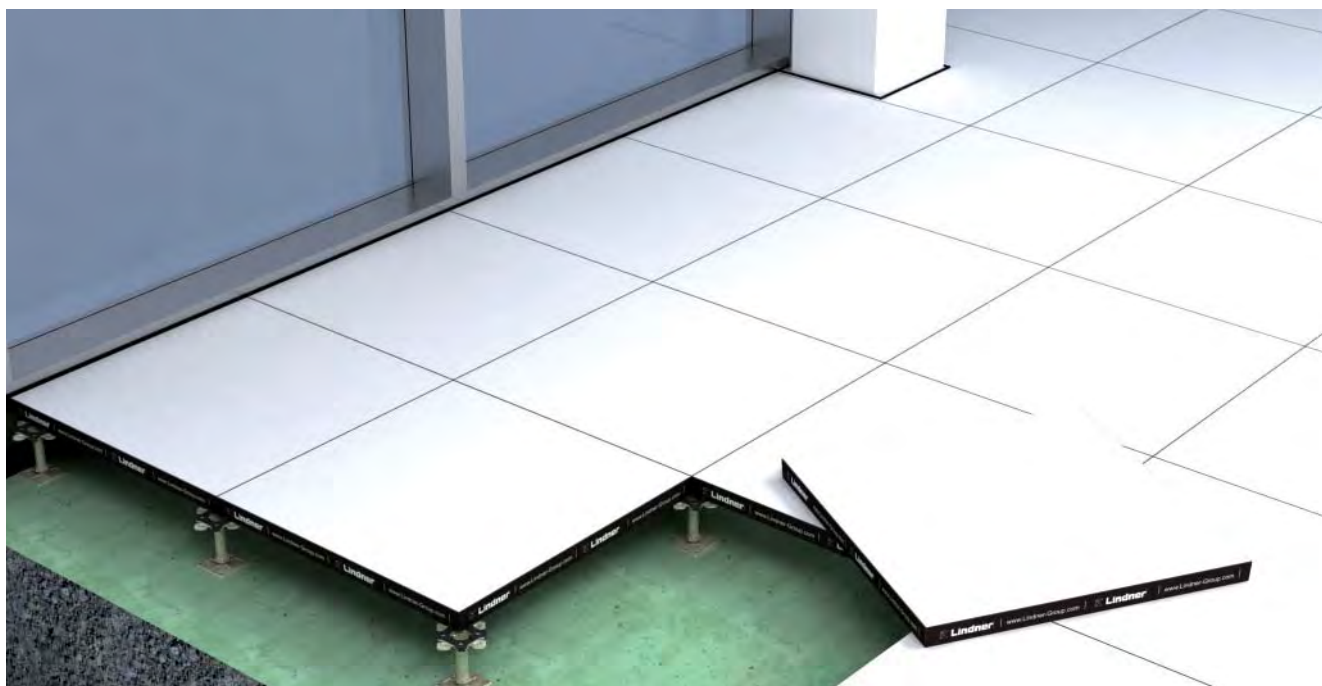
- Foyer and reception areas
- IT control centres
- Training and research rooms
- Office and design areas
- Industrial and working rooms



ID No. 041-013
Made from Reused materials/
Waste Materials



System data – NORTEC



Panel	Fibre-reinforced calcium sulphate panel, optionally with galvanised steel sheet at underside, optionally with edge trim to protect against impact and moisture	
Load-bearing capacity	2 kN - 11 kN	
Fire protection		
Reaction to fire performance of the panel	A2, A1 (non-combustible)	
Fire resistance performance	F 30, REI 30 and F 60, REI 60	
Resistance to earth	$\geq 10^6 \Omega$	
System weight	37 kg/m ² - 71 kg/m ²	
Standard finished floor heights	28 mm - 2,000 mm	
Panel thickness	16 mm - 44 mm	
Pedestal spacing	600 mm x 600 mm (other pedestal base spacings system-dependent)	
Sound protection		
Normalised flanking level difference $D_{n,f,w}$	48 dB - 56 dB	
Weighted sound reduction index R_w	62 dB	
Normalised flanking impact sound pressure level $L_{n,f,w}$	73 dB - 47 dB	
Reduction of impact sound pressure level ΔL_w	11 dB - 36 dB	
Suitable floor coverings	Elastic coverings / textile coverings / HPL / WOODline/ STONEline / loose-laid tiles / sheets	
Accessories	<ul style="list-style-type: none"> - Expansion joints - Stringers - Electrical outlets - Air ventilation outlets - Facings - Intermediate floors - Edge panels - Bridging profiles 	

Please see the system data sheets for more detailed technical information on each system.

System description – NORTEC

Panel

NORTEC floor panels are made from calcium sulphate and are particularly impressive in terms of stability and versatility. Edges can be supplied with or without edge trim, and are tapered for easier installation or removal of the panels.

Support elements have been specially developed for use with raised flooring. The main components of these panels are gypsum and high-quality cellulose fibres.

Various panel thicknesses as well as special formats round off the NORTEC product line.

Load-bearing capacity

We have developed a special manufacturing process to meet more demanding structural specifications without increasing the thickness. Steel sheet can also be applied to the under side to increase load bearing capacity.

Fire protection

NORTEC offers outstanding safety: our careful choice of panel components ensures a fire resistance performance of up to 60 minutes (Fire resistance performance F60, REI 60). The carrier panel is non-combustible.

Resistance to earth

Calcium sulphate panels can be produced with conductive properties. By using highly conductive components such as coverings, adhesives and edge trims, the electrostatic charge can be continually dispersed to earth. In such cases, it is important to choose a suitable floor covering.

System weight

The weight of the system varies from 37 kg/m² to 71 kg/m², depending on customer requests and load-bearing requirements.

Installation height

For heights of 500 mm plus we recommend horizontal reinforcement with stringers.

Pedestals

Pedestals are made from galvanised, yellow chromatised steel and are infinitely adjustable in height. They are equipped with a precision-engineered adjusting bolt.

Sound dampening plates

Sound dampening gaskets are made of conductive / non-conductive plastics. They support optimum positioning of the floor panels and optimise sound as a result of their material properties.

Gluing of pedestals

Pedestal base glued to subfloor.

Adhesives of different qualities depending on the environmental requirements.

Height fixing

A sealant varnish made from low-emission materials is used for this purpose.

Wall connection

A permanent, pre-stressed wall connection with sealing tape works as a sound decoupling whilst also absorbing horizontal movements.

Structural subfloor

As a rule, all structural subfloors are sealed to ensure lasting pedestal adherence. We recommend a 2-component finish for air-conducting system floors.

Suitable floor coverings

Elastic or textile floor coverings are highly suitable for our raised floor panels. Loose-laid tiles are also suitable. WOODline creates a particularly pleasing feel – while solid stone finishes from our STONELINE range can also be used.

Lindner substructures

Pedestals

The substructure is an important component of every system floor. The pedestals create the cavity needed to accommodate the services. Lindner metal pedestals can be adjusted to almost any height, therefore compensating for any unevenness in the subfloor. From design to manufacture including the galvanisation – we produce our pedestal range entirely in-house.

We manufacture highly accurate pedestals for raised floors. Our many years of experience ensure high load-bearing capacity and excellent durability for all our products. Lindner systems can be combined with one another in many ways, and supplemented with different reinforcement profiles.



Lindner pedestals from our own production

- Large adjustable range
- Corrosion resistant
- High load-bearing capacity
- Easy installation

Reinforcement profiles

Even a standard Lindner floor system offers excellent load-bearing capacity. Should this prove insufficient, the system can be upgraded by reinforcement

profiles, adjusted to the specific purpose. Many options are available, from the lightest stringer which increases lateral rigidity through to a C-profile.

Stringers

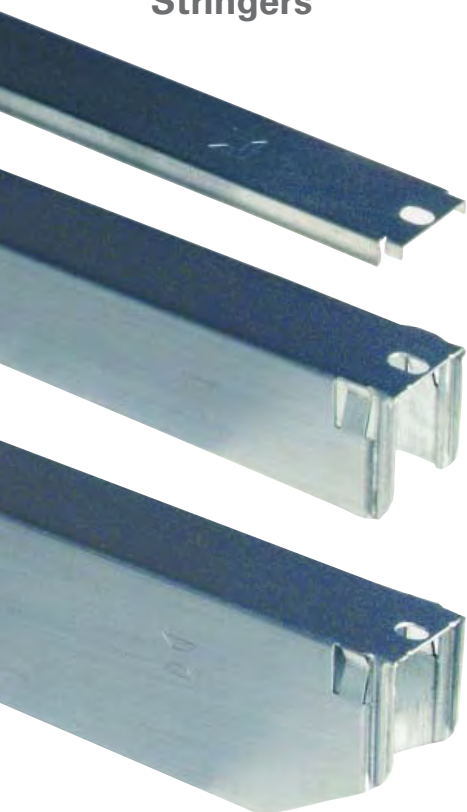


Photo: © Fretwell Photography

Type RO (Height: 7.5 mm)

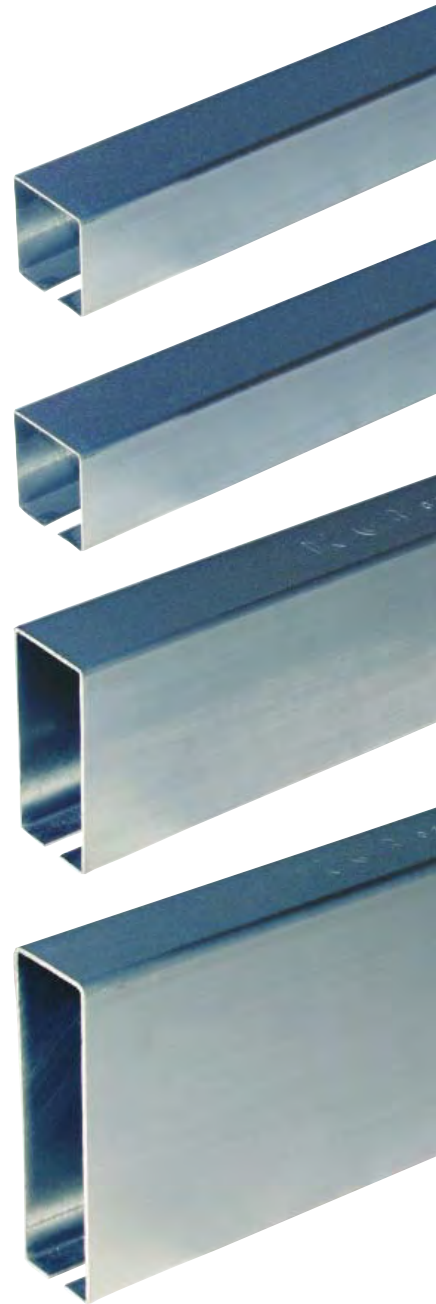
The type RO stringer is made from cold-rolled galvanised steel sheet with clip function. Clipping (screwing optional) ensures a firm hold on the pedestal head, thus preventing any noise, for example rattling. The sole purpose of the stringer is to reinforce the system horizontally.

Type RL (Height: 35 mm)

Type RM (Height: 54 mm)

Type RL (light) and type RM (medium) stringers are made from cold-rolled galvanised steel sheet. Springs are inserted laterally on the ends of the stringers which are then clipped into the pedestal from above by pressing downwards (screwing optional). RL and RM stringer are used for horizontal and vertical system reinforcement.

C-profiles



Type CL (height: 41 mm)	Cold-rolled galvanised steel sheet, for use in switch room construction. Profiles are installed lengthwise in a continuous line underneath the floor using a hammerhead screw or a spring clip. A significant increase in load can be achieved depending on the dimension of the C-profile being used.
Type CS (height: 41 mm)	
Type CM (height: 84 mm)	
Type CH (height: 126 mm)	

NORTEC acoustic

The raised floor NORTEC acoustic impresses with its outstanding adjustment of the room acoustics. Perforations in the floor panels ensure the optimum usage of the air volume in the intermediate space as resonance absorber. This lowers the volume level as well as the reverberation time in rooms. Very good sound absorption values are achieved especially with

high and low frequencies. The low frequent effect can be additionally amplified by the use of insulation materials and acoustic fleece. The NORTEC acoustic equipped with an acoustic pan achieves a degree of absorption α_w of 0.75 and thus creates a silent and relaxed atmosphere in atria, offices and a lot of other rooms.



Product features

- Impressive degree of absorption α_w of up to 0.75
- Various options by a selection of qualified coverings
- Different variants of the acoustic panels can be combined with each other and with other floor systems



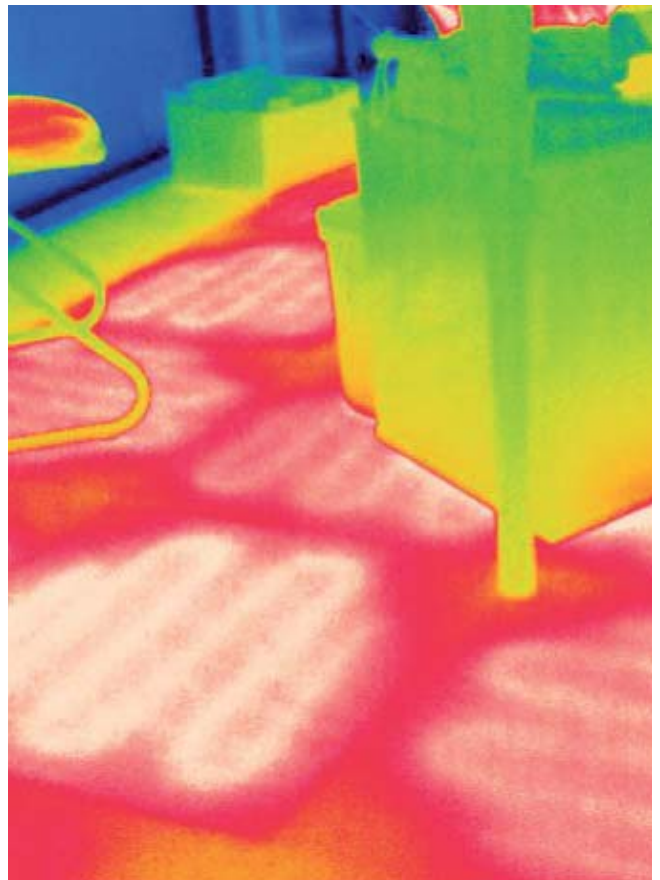
NORTEC comfort

NORTEC comfort creates a pleasant environment for the occupier. Intelligent heating and cooling systems incorporated into the floor panels regulate the interior climate perfectly – both in summer and winter.

The system offers integrated, high-performance under floor heating with good heat reflection – also ideal as a retrofit.

This ensures a comfortable living and working environment. Architects can also enjoy more design freedom: radiators are unnecessary, extending the planners' scope when designing the interior layout for foyers and premium quality office space.

NORTEC comfort can also be installed at an impressively low floor height and is especially lightweight.



Product features

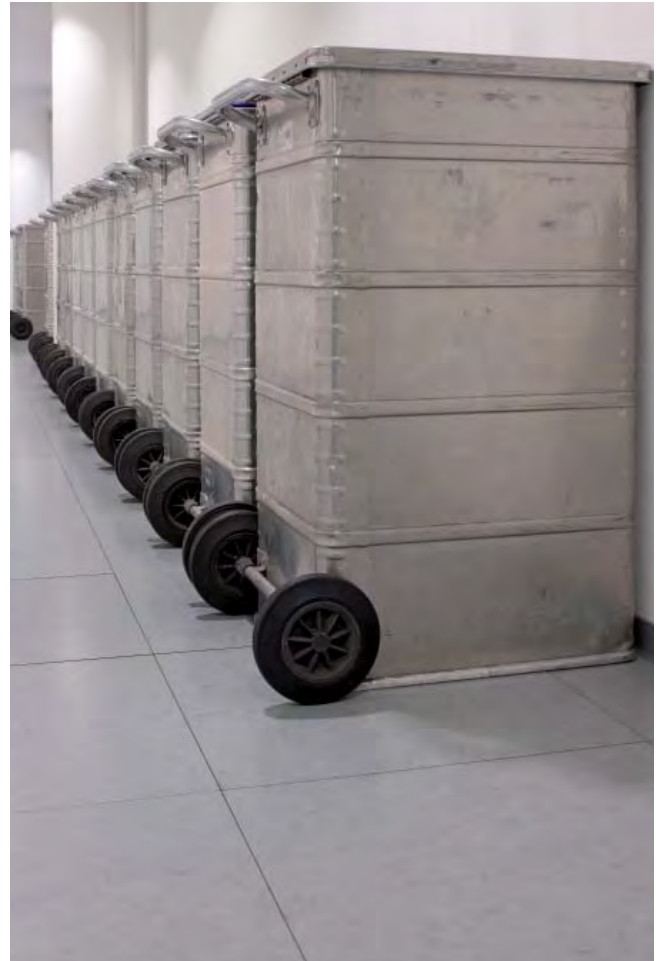
- Heats up and cools down very quickly
- Almost any floor covering can be used
- Heat rating 85 - 95 W/m² and cool rating 25 - 40 W/m²
- Eco-friendly; low water temperature



NORTEC power

NORTEC power shoulders the weight of heavy-duty situations. In certain circumstances floors need to withstand heavier loads, for example foyers, manufacturing plants, museums and libraries.

In such situations, NORTEC power offers unbeatable load-bearing strength. The floor system carries immense loads.



Product features

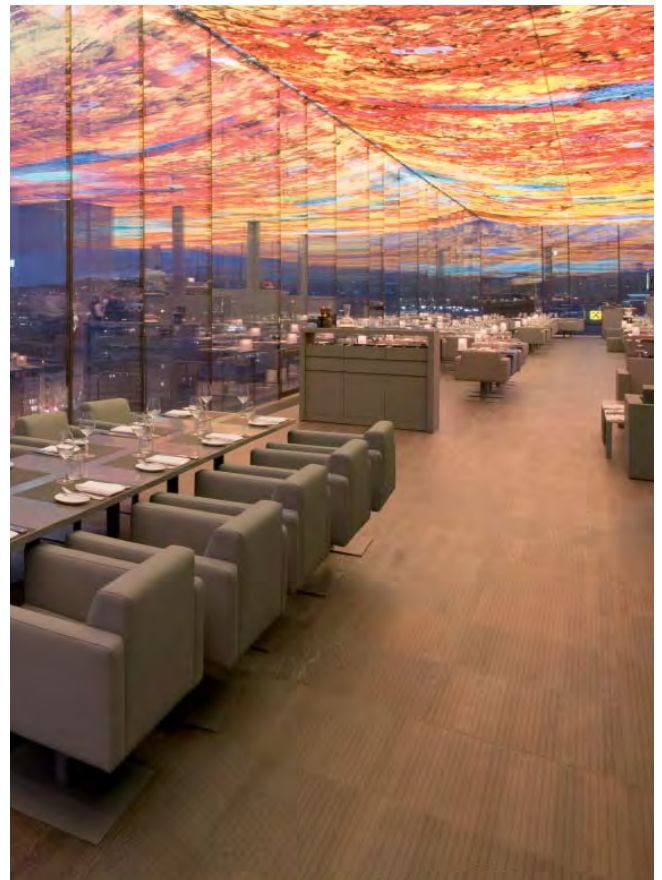
- Special panel composition
- Strengthened pedestals
- Stringers are not required
- Safe for driving over with heavy motorised lifting apparatus



NORTEC sonic

NORTEC sonic offers a sophisticated ventilation system. The raised floor makes a convenient supply with fresh air possible. The fresh air is controlled directly by the perforations in the floor and guided draught-free into the rooms to be supplied. Perforated floor panels ensure perfect air flow.

Besides a constantly fresh air, architects and clients can also heat and cool rooms with NORTEC sonic without limiting the scope for the implementation of your ideas by extensive installations. The perforations in the floor have a further advantage: They absorb sound and improve in this way the room acoustics.



Product features

- Air flow of up to 1,500 m³/h at 20 Pa possible
- Variety of perforation designs
- Suitable for seepage ventilation coverings



System accessories

Electrical outlets

As all electrical installations are fed under the raised flooring, electrical connections can be placed exactly where you want them by the installation of electrical outlets.



Bridging profiles

For structural reasons bridging is required where pedestals cannot be installed. In such cases we offer special bridging profiles which are easy to install and yet improve dynamic and static load-bearing capacities.



Expansion joints

Expansion joint profiles are used to absorb horizontal deflections and vertical weighing down constructively and invisibly.



Air ventilation outlets

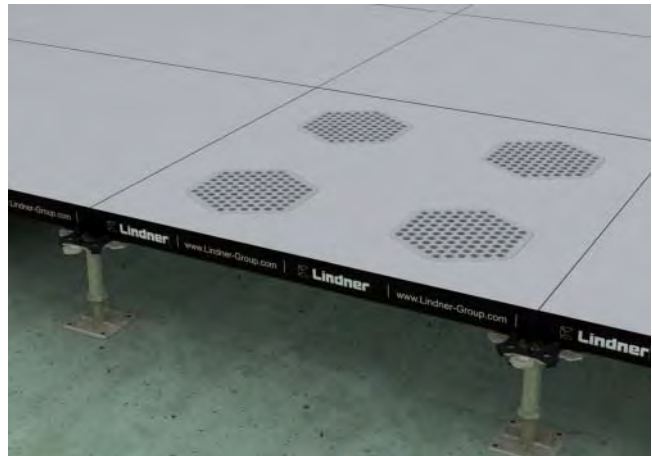
Air ventilation outlets allow the room to be air-conditioned and ventilated without creating draughts. A number of different systems are available:

- Open system

Ventilation comes directly from the cavity, which is designed as a pressure floor, through the corresponding air ventilation outlets into the room.

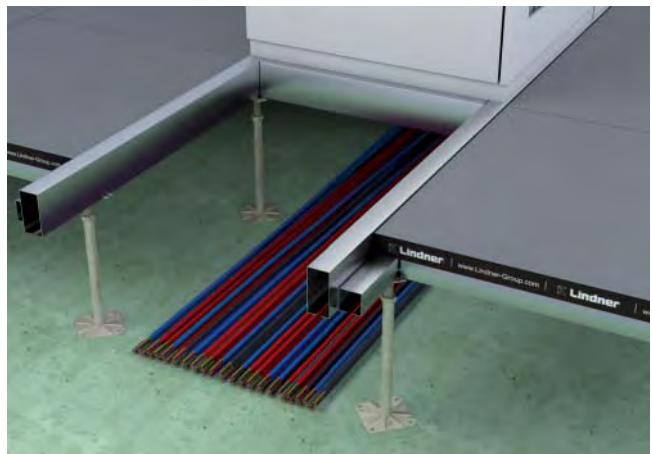
- Closed system

In a closed system, the air is fed through pipes or through cavity barriers with fixed connections to the air ventilation outlets.



C-profile frames

For technical service rooms, we always recommend the use of stable switch room frames, as these provide the required lateral and vertical load-bearing capabilities. The combination of two C profiles with variable heights (CL and CM) provides sufficient stability for switch gear or server racks. Raised floor panels are not installed under the cabinets, so that cables can be connected more easily to the electrical components. Cold air is supplied through the opening in the floor, regulating the operating temperature of the components.

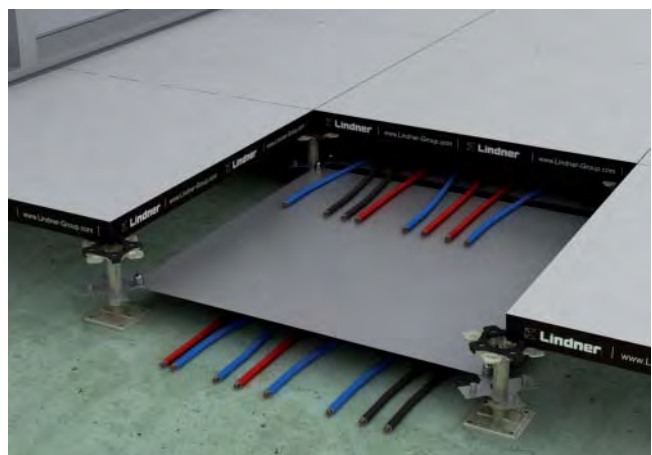


Intermediate floor for cables

Where there is a lot of cabling, additional installation elements will be required. An intermediate floor should be installed to carry cables. It consists of a star-shaped carrier plate with welded threaded bolts into which a steel sheet cassette is hooked and screwed tight. Intermediate floors also enhance the horizontal stability of the system.

You can choose from two options:

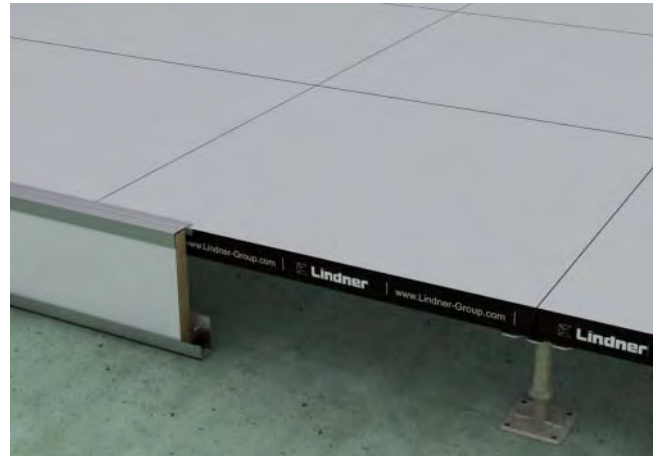
- intermediate floors which can be walked on
- intermediate floors which cannot be walked on



System accessories

Facings

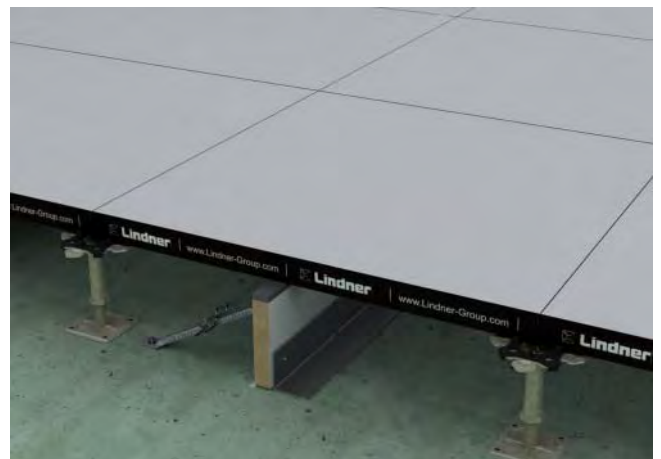
Staircases, platforms, etc. need to be finished with a front cladding (facing). Where features such as free-standing borders are required, the top edges of the facing will be protected with a stair edging profile. Angles screwed to the subfloor and bracings installed in the upper area of the facing ensure a stable structure.



Cavity barriers

Three different types of cavity barriers can be installed to meet different requirements.

- Ventilation barriers
made from coated chipboard panels
- Fire protection barriers
made from solid gypsum wall blocks (min. 80 mm)
- Soundproofing barriers
made from porous concrete (min. 100 mm)



Naturally sustainable

A responsible approach to humans and nature is a matter of course for us as a manufacturer of long lasting floor systems in premium quality for more than 25 years. We are continuously optimising our wide range of floor systems with the objective to further reduce their impact on the environment over their entire life cycle. Every production step in our manufacturing base in Dettelbach is subject to a thorough control of the ambitious energy, material and quality requirements – from the raw material to the ready-to-use system – thanks to its unique production intensity of the NORTEC raised floors. This ensures that our clients do not only get a sophisticated product but that they can also rely on the ecological suitability by for example the use of components with low emissions. As a direct result of these effective measures the harmlessness to the health has been verified with test chamber measurements.

The results and the constant findings of a life cycle assessment of the base in Dettelbach are part of the environmental declaration according to ISO 14021 which is available for the procedure of furnishing proof of the environmental performance of Lindner NORTEC.



Lindner is a founding member of the German Sustainable Building Council (DGNB) and member of the US Green Building Council. We are actively involved in building up awareness for the principles of sustainable construction and the development of relevant standards.



Sustainable construction with Lindner system floors:

- Extremely durable products with best functional characteristics and high economic efficiency
- End-to-end procedure of furnishing proof of the ecological material characteristics by environmental product declarations
- Consultancy service with all current building certifications, as for example according to DGNB, LEED, BREEAM

Simply healthier: NORTEC system floors – naturally recycled.

- Exclusively healthy and environmentally compatible materials
- Solvent- and VOC-free (tested according to EU regulations / ASTM standard)
- Almost emission-free and building biologically neutral
- Calcium sulphate panel made from more than 99 % recycled material
- Environmentally friendly raw material extraction from secondary products of different manufacturing methods (FGD gypsum)
- CO2 neutral systems (panel and pedestal) available; carbon footprint verifiable thanks to a comprehensive life cycle assessment of the manufacturing bases in Dettelbach and Arnstorf

Load-bearing capacity

The permissible loading capacity is calculated and tested with the involvement of official bodies. The final results are substantiated by certificates of conformity to the application guideline for the standard DIN EN 12825.

The following key criteria are used:

- a) Load value
- b) Supporting surface of the load indenter
- c) Positioning of the load on the test sample
- d) Safety factor

The critical load for raised floors is the point load. Floor systems are assigned a load and deflection class on the basis of their static load-bearing properties and the related deflection levels. As a rule strip loads and distributed loads are not taken into account, as they are not applicable.

Point loads



To determine the point load, a static load (such as a table leg) is simulated. On the basis of the permissible point load thus established, the system is generally assigned an appropriate load and deflection class. In accordance with standard practice, the load is applied with a 25 mm x 25 mm indenter.

Distributed loads

Like the point load, the distributed load is a static load. In contrast to the point load, the area of the indenter is 1 m². The term distribution load is commonly used in structural engineering. It is used to determine the strength of reinforced concrete floors. For raised floors, the specification or assessment of a distributed load is inappropriate.

For practical purposes, the indenter of 1 m² spans the raised floor grid (60 cm x 60 cm) and thus the individual panel. The panel and pedestal acts here merely as an intermediate layer, transferring the load to the concrete subfloor.

Dynamic loads



To determine the permissible dynamic load (such as a forklift), the following must be taken into account:

- Weight of the vehicle without load
- Total weight of the vehicle with load
- Max. wheel load
- Contact surface of the tyres or rollers
- Wheelbase
- Max. drive or tow speed
- Number, diameter, width and material of tyres or rollers
- Max. acceleration and deceleration during lifting
- Safety factor

A corresponding safety coefficient will be determined for the ascertained static load (permissible total weight of the vehicle) using the aforementioned factors and multiplied by the max. permissible static load. When selecting a floor covering, one must be sure that the floor covering and adhesive are suitable for these special requirements.

Load-bearing capacity

Static values acc. to DIN EN 12825

The European raised floor standard EN 12825 describes a system test process for panels and pedestals (resp. substructure) to identify the maximum load and relevant classifications. The load is transferred onto the system using a test indenter

of 25 mm x 25 mm (625 mm²). The load points shown are to be checked. The failure criteria shown below for classification of the system is the breaking load and the deflection (vertical displacement) with nominal load and load class.

Load classes

Class ¹⁾	Breaking load ²⁾	Nominal load ³⁾	Element class ⁴⁾	Applications and usage scenarios
1	≥ 4,000 N	2,000 N	1	Offices without public access and without heavy equipment
2	≥ 6,000 N	3,000 N	2	Office areas with public access
3	≥ 8,000 N	4,000 N	3	Rooms with increased static loads
4	≥ 9,000 N	4,500 N	-	Areas with fixed seating, design offices
5	≥ 10,000 N	5,000 N	5	Exhibition areas, workshops with light use, storage rooms, libraries
6	≥ 12,000 N	6,000 N	6 ⁵⁾	As with load category 5,000 N, but with increased load requirements, industrial and workshop floors, vault rooms
-	≥ 14,000 N	≥ 7,000 N		Heavy duty floors, production areas, such as clean rooms

1) Classification of the load acc. to DIN EN 12825

2) To determine the breaking load, the load is applied to the weakest point of the panel (see illustration) using a 25 x 25 mm test indenter and is increased until the panel fails.

3) The nominal load or load class is determined from the breaking load divided by the safety factor $\gamma = 2$

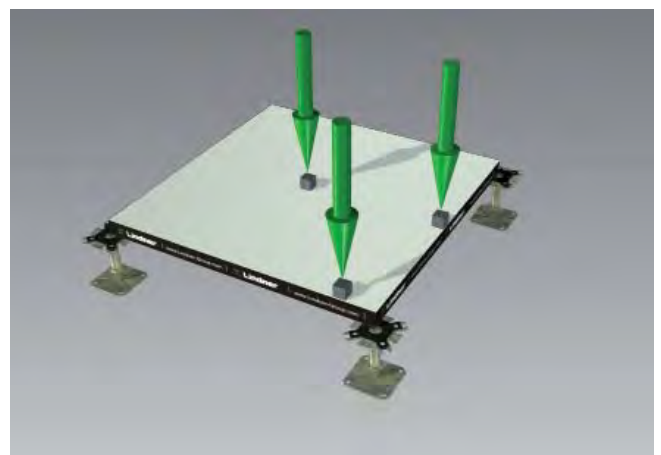
4) Load classification in accordance with the application guideline for raised floors

5) Higher breaking/nominal loads are required in individual cases for raised floors with high load-bearing requirements, see NORTEC power systems

Deflection classes

For a load at the level of the nominal load (this is the breaking load divided by the safety factor), the vertical deflection measured must not exceed the values given in the table below.

Class	Maximum deflection
A	2.5 mm
B	3.0 mm
C	4.0 mm



Static values acc. to International Standard

International Standards describe the testing of components for the classification by load classes. Raised floor panels and pedestals are tested and classified individually. The maximum load is applied to the panel using a 25 mm x 25 mm (625 mm²) test

indenter. The load points shown are to be tested. The raised floor panel is supported on solid cylinders. The failure criterion is the breaking load and a maximum panel deflection of 2 mm ($l/300$).

Load classes

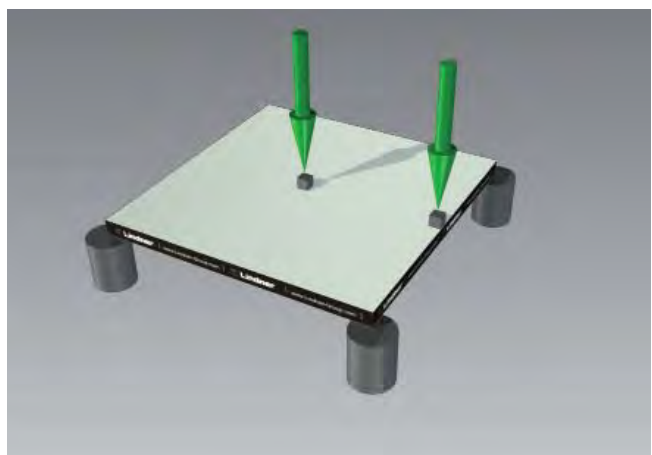
Class ¹⁾	Breaking load ²⁾	Nominal load ³⁾	Deflection ⁴⁾	Applications and usage scenarios
1	≥ 6,000 N	3,000 N	max. 2 mm	Offices with a high proportion of communication equipment, telephone exchanges, engineering offices, auditoriums, training and treatment rooms
2	≥ 8,000 N	4,000 N	max. 2 mm	Computer rooms with more demanding requirements, print rooms, industrial floors with light traffic, storage rooms, workshops with light use and libraries
3	≥ 10,000 N	5,000 N	max. 2 mm	Computer rooms with more demanding requirements, print rooms, industrial floors with light traffic, storage rooms, workshops with light use and libraries
4	≥ 10,000 N	> 5,000 N	max. 2 mm	Floors with forklift traffic, industrial and workshop floors, vault rooms

1) Classification of load

2) To determine the breaking load, the load is applied to the weakest point of the panel (see illustration) using a 25 x 25 mm test indenter and is increased until the panel fails.

3) The nominal load is determined from the breaking load divided by the safety factor $\nu = \min. 2$

4) Where the panel is loaded with the nominal load, the maximum permissible deflection is $l/300$.



Fire protection

More than 500 fire victims and countless casualties in Germany each year speak for themselves: The safety of the occupants of a building in the case of a fire has to have highest priority!

At the same time buildings all over the world are always getting bigger and more complex in their use. In view of these developments, it is vital that the constructional fire protection is considered with each project right from the beginning and lies within the hands of competent planners, manufacturers and installers.

In the case of emergency the development of a fire can be prevented or at least safe escape routes respectively a good accessibility for rescue forces can be secured by a carefully adjusted building concept. The effective limitation of the possible damage for the building owner is thereby a welcome side effect.

System floors offer the possibility to place building services and installations in the floor cavity. Requirements to the fire safety are imposed for rooms in need for protection as these installations are bringing calorific potential into the cavity of the system floor.

The following protection objectives are defined in Germany which can of course be viewed as relevant requirements for the improvement of the safety level of buildings worldwide:

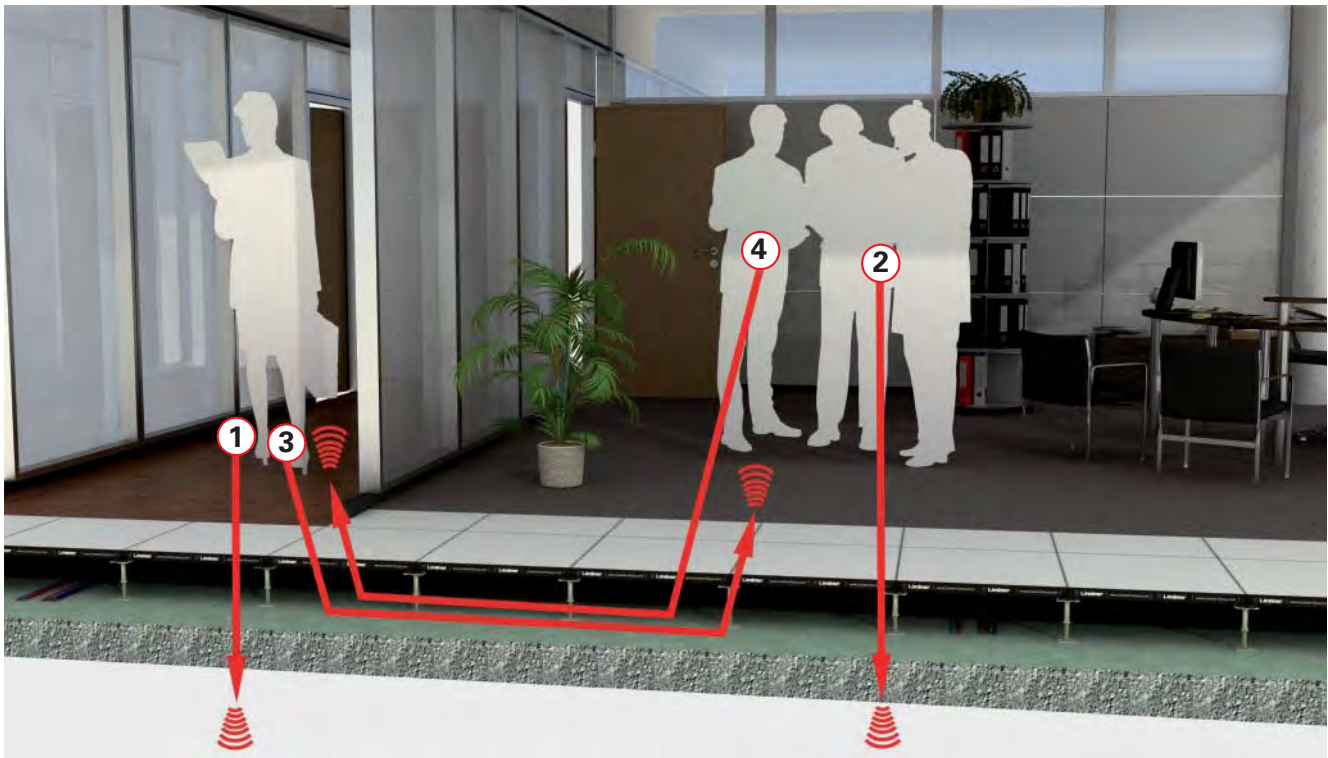
- Prophylaxis against the development of fire and smoke
- Prevention of the spreading of fire and smoke
- Guarantee of sufficient rescuing and firefighting operations.

Besides the reaction to fire performance A1 "non-combustible", system floors in escape routes with a cavity of more than 200 mm, respectively in other rooms with more than 500 mm, have therefore to prove also a fire resistance performance in a fire test according to DIN 4102-2. Thereby they have to resist temperatures of up to 850 °C for at least 30 minutes in order to guarantee the escape from the building in the case of an emergency.



Lindner NORTEC is suited for the use in these areas due to its reaction to fire performance A1 according to EN 13501-1. The system has the respective F 30-AB / REI 30 classifications according to DIN 4102-4 respectively EN 13501-2.

Sound protection



1 Reduction of impact sound pressure level ΔL_w tested to DIN EN ISO 140-8

Laboratory test measurement is carried out vertically, i.e. from floor to floor with a standard ceiling, allowing comparison between different systems. Higher values are favourable.

2 Weighted sound reduction index R_w tested to DIN EN ISO 140-3

Laboratory test measurement is carried out vertically, i.e. from floor to floor, with a standard ceiling, allowing comparison between different systems. Higher values are favourable.

3 Normalised flanking impact sound pressure level $L_{n,f,w}$ tested to DIN EN ISO 10848-2

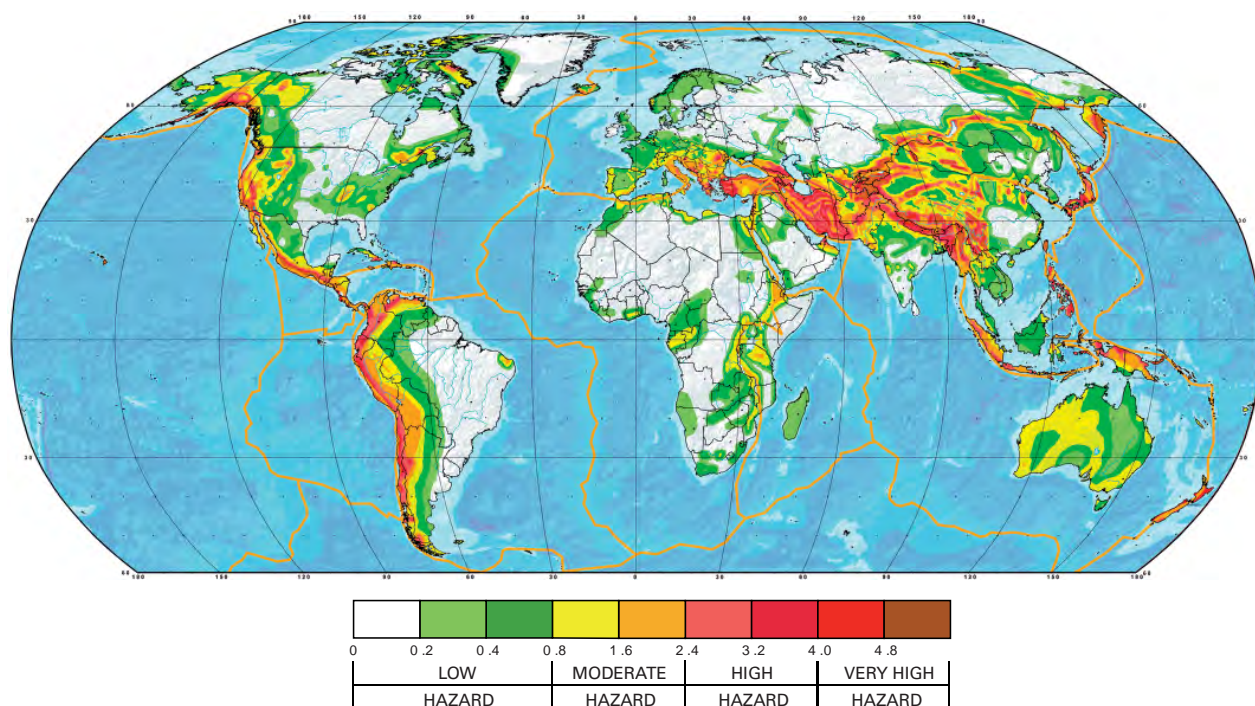
Laboratory test measurement is carried out horizontally in combination with a highly sound-proofing partition which is suspended from the ceiling and touches the surface of the raised floor. Lower values are favourable.

4 Normalised flanking level difference $D_{n,f,w}$ tested to DIN EN ISO 10848-2

Laboratory test measurement is carried out horizontally in combination with a highly sound-proofing partition which is suspended from the ceiling and touches the surface of the raised floor. Higher values are favourable.

Consider the correction degree according to VDI 3762 to calculate the values on the construction site. Combinations of raised and hollow floors are to be assessed individually. The corrective allowance should be specified by the planner.

Seismic safety



Seismic hazard map – zones worldwide

Giardini, D., Grünthal, G., Shedlock, K. M. and Zhang, P.: The GSHAP Global Seismic Hazard Map. In: Lee, W., Kanamori, H., Jennings, P. and Kisslinger, C. (eds.): International Handbook of Earthquake & Engineering Seismology, International Geophysics Series 81 B, Academic Press, Amsterdam, 1233-1239, 2003.

Earthquakes are in most cases the result of seismic activities due to continental drifts in the Earth's crust. There is no certainty in the particularly active areas if and when an earthquake happens and as far as humans are concerned by the oscillations. This permanently dangerous situation makes especially in the construction sector new measures necessary in order to further fulfill global safety requirements. Lindner system floors are approved for these disaster areas.

The severity of a quake is classified in magnitude scales – of which the most famous surely is the Richter scale. The geographic division of the concerned zones is made by earthquake zones or hazard maps. These show that, although the highest occurrences are in Asia and on the American continent, some zones in Europe respectively Germany are also seismically very active. Consequently there are regulations in the construction standard Eurocode 8: DIN EN 1998-1:2010-12 for the seismic safe design in construction. The requirements of the Eurocode 8 for seismic safety are also valid for buildings which are classified in building class 1 and need to be maintained as part of the basic supply in the case of emergency, like for example hospitals, fire houses and power plants, also if those are not located directly in the concerned zones.

The risk of damage to humans and buildings by earthquakes can be reduced significantly by specific prevention measures like allowing the structural compensation of frequencies and additionally fixing other building parts. In interiors, this is made by fall protections, expansion joints and horizontal reinforcements.

Thereby the following objectives have priority:

- Protection of humans from the collapse of the building respectively from objects falling down
- Limitation of damages of buildings respectively guarantee of the function of certain sections
- Maintenance of the basic supply
- Restriction of eventual secondary damages, for example from the bursting of fire

The suitability of Lindner system floors for the categories A – F according to IBC (International Building Code) – from low seismic design requirements in the case of light frequencies to very high requirements with acute danger of life for humans in the building – was verified in collaboration with the Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology in Skopje.

Joint permeability

Where open air ducting is installed under the raised floor, the impermeability of the system needs to be guaranteed.

The following specific values were confirmed by the "Institut für Systembodentechnik" with test report 04/535BS:

Influencing factors

V_L = volume of airflow per unit of length

a = joint permeability coefficient

Δ_p = test pressure difference

To optimise the air leakage coefficient of a raised floor system, we recommend the use of loose-laid tiles.

Test results

- Wall connection with sealing tape;

Test of wall connection a_w

→ Joint permeability coefficient

$a_w = 0.27 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{m})$

- Wall connection with sealing tape and incorporated stringers;

Test of wall connection a_w

Joint length 6.0 m

→ Joint permeability coefficient

$a_w = 0.27 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{m})$

- Wall connection with airtight sealant; test of joints between the raised floor panels a_D

Joint length 4.2 m

→ Joint permeability coefficient

$a_D = 0.04 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{m})$



Static electricity

Preliminary remarks

Static electricity as a natural phenomenon is familiar to the public, for example when getting an electric shock from door handles after walking across carpets.

These electrical discharges are generally of no danger to the people themselves. People may however be startled and, as a result, make a mistake.

In addition to this, however, there are consequences of static electricity that must be prevented. These range from the destruction of electronic components to the explosion of complete factories.

Brief description

Static electricity builds up = electrical charge

Static electricity always occurs from the movement of fixed insulators or liquid substances, strictly speaking from their separation. An extreme example is when dusty air passes a wall.

The resulting voltage depends on the air humidity. Dry air will cause higher charges to develop than humid air.

Electronic components are extremely sensitive to such events. Discharges of just 30 V can destroy them and/or trigger switching errors.

This results in unpredictable risks and thus incalculable costs. A fact which defuses the problem is to ensure that generally all electronic elements are shielded.

Static electricity and conductivity

At best the occurrence of static electricity can be reduced by choosing appropriate materials but it cannot be prevented entirely. However, ensuring that all electric charges are discharged immediately and smoothly, prevents any danger to people or objects. If static electricity is continually discharged when it occurs, the charge cannot become large enough to cause an electrical discharge (electric shock).

Static and dynamic electricity

Dynamic electricity is the electric power that is supplied by a power station, via electricity lines and is available as a voltage. Static electricity, in contrast, is not supplied by a voltage source, but rather is a one-off event, which is not immediately available again after discharge and has to be built up again.

Test procedure for electrostatic properties

Resistance measurements; measurement parameter Ω (ohm)

Most tests are carried out in a prescribed test climate, which, however, is not uniform for the different standards.

Contact resistance

(R_1 - Procedure A - DIN EN 1081)

Electrical resistance is measured on a sample between the tripod electrode placed on the surface of the floor covering and an electrode placed directly on the opposite underside.

Resistance to earth

(R_2 - Procedure B - DIN EN 1081)

Electrical resistance is measured on an installed floor covering between a tripod electrode pressed onto the top of the floor and the earth potential.

Surface resistance

(R_3 - Procedure C - DIN EN 1081)

Electrical resistance is measured on an installed floor covering between two tripod electrodes spaced 100 mm apart from one another.

Earth continuity

(R_{ST} DIN 57100 / VDE 0100 T-10)

Resistance is measured between the surface of the installed floor covering and the earth potential.

Measurements of charge; measurement parameter kV (kilovolts)

Walking test (DIN 54345, T2)

The charging voltage is measured by a test person shuffling across an installed floor covering wearing specific footwear.

Technical test (DIN 54345, T3)

The above mentioned walking test is simulated with a machine. This test can only be performed in a laboratory.

Terms

Antistatic

Elastic floor coverings are also antistatic if they are conductive.

Floor coverings are antistatic when they generally do not allow any disturbing electrostatic charges to develop; the charge needs to be less than or equal to 2.0 kV during the walking test.

Conductive

Floor coverings are conductive when their resistance to earth R_2 – Procedure B is less than or equal to $10^9 \Omega$. However, lower resistances are also required in many cases.

Insulation

A floor is insulating according to DIN 57100 / VDE 0100T410, Sec. 6.3.3 (against contact voltage from the mains) if the earth continuity R_{ST} is not less than the following values:

50 k Ω = $5 \times 10^4 \Omega$ for installations with nominal voltages under 500 V

100 k Ω = $1 \times 10^5 \Omega$ for installations with higher nominal voltages

Note

As a result of different test conditions, the earth continuity can only be calculated approximately from the contact resistance (R_1 – Procedure A – DIN EN 1081). However, from experience it is known that conductive floor coverings with less than $10^6 \Omega$ do not meet the VDE requirements. Earth continuity for all types of floor coverings reduces where there is moisture in the flooring system.

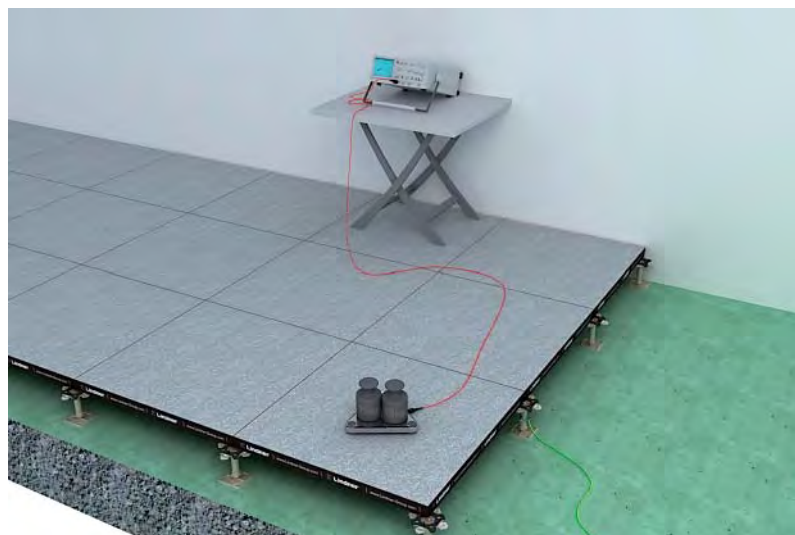
Resistance to earth

Resistance to earth R_2 – Procedure B – DIN EN 1081

Measurement of resistance to earth R_2 of the installed floor covering. The electrical resistance of an installed floor covering is measured between the earth potential and an electrode placed on the surface of the covering. The tripod electrode is placed on the dry floor covering (48 hours after installation) and connected to the ohmmeter, just as is the earth connection. Load the tripod with at least 300 N before switching on the power.

Note

For values of $10^{10} \Omega$, static electricity can dissipate in about 1 second. Achieving less than $10^8 \Omega$, a floor covering is sufficiently conductive to prevent a potential fire hazard from flammable dusts or gases created from electrostatic loading resulting from walking on the covering. With less than $10^6 \Omega$, a covering is also suited for rooms for storage and production of explosives. The relevant requirements of the trade associations (e.g. ZH



1-200), electronics manufacturers and users have to be observed in each case.

Tripod electrode:	Aluminium panel with rubber feet
Weight:	Equal to or greater than 300 N
Test voltage:	$R \leq 10^6 \Omega$ mit 100 V; $R > 10^6 \Omega$ mit 500 V
Execution:	At least three measurements

Charge measurements

Charge measurements with the walking test,
DIN 54345 / Part 2

- Measurements of the tendency to electrostatic charge during the walking test

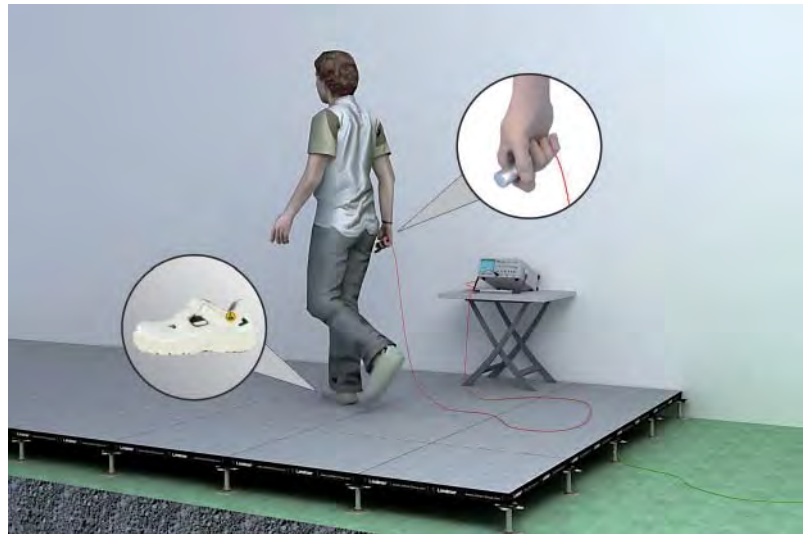
Duration of the walking test:

The charging voltage is measured when the person stands on the floor covering with both feet.

Floor coverings are considered to be antistatic if the charge voltage does not rise above 2,000 V (definition acc. to data sheet EDV 1, Issue 7/84 from the TFI Aachen for carpet flooring).

1 minute (shuffling gait) at 23 °C and at 25 % relative air humidity.

A special rubber provided by the National Materials Testing Institute (BAM) is used for the sole material of the shoes. This material is slightly conductive and supplies a resistance of around $10^9 \Omega$ between the person and a conductive floor.



Earth continuity

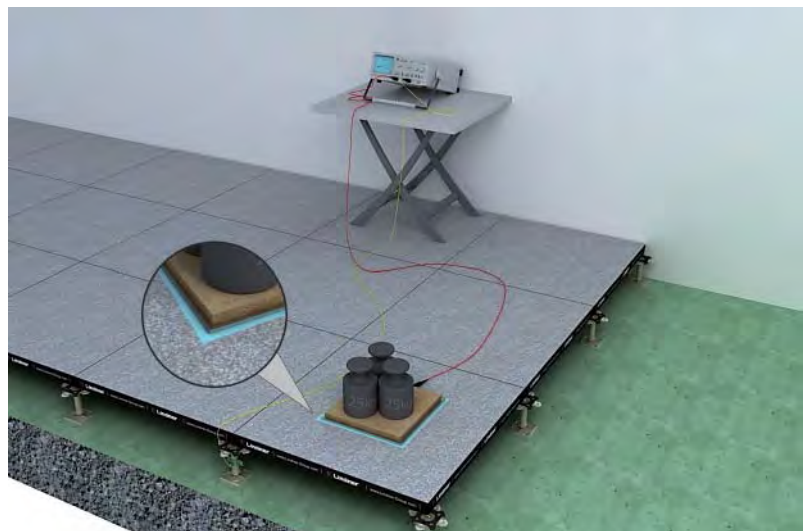
Earth continuity R_{ST} , DIN VDE 0100

- Measurement of the earth continuity between the surface of the installed floor covering and the earth potential

In workplaces handling components sensitive to static electricity and which regularly work with open voltage, e.g. in the test field, an electrically conductive floor covering must also be insulating acc. to DIN VDE 0100. The earth continuity measurement R_{ST} is used to assess the electrical insulating ability.

Note

VDE 0100 / Part 410 specifies a lower limit for the earth continuity R_{ST} as applicable to the workplaces mentioned above. In workplaces where the nominal voltage does not exceed 500 volts of alternating current, the earth continuity must be at least $5 \times 10^4 \Omega$.



If nominal voltages are between 500 and 1,000 volts of alternating current, the earth continuity must be at least $1 \times 10^5 \Omega$.

Electrode surface: 625 cm².

Examples of use

On the preceding pages we have clarified the meaning of the word electrostatic and the different measurements. What else must be taken into account where a raised floor is installed and what requirements are sensible?

The electrical resistance of individual areas are totalled which means in practice:

The resistance to earth R_2 can never be lower than the highest resistance of the individual element in the sequence: floor covering – adhesive – raised floor panels – gaskets – pedestals.

The flooring systems must fulfil the following requirements:

1. Office rooms with terminals, sale and exhibition rooms etc.

In these areas, an antistatic floor covering which is equal to or less than 2 kV tested to DIN 54345.
2. Rooms with electronic equipment, such as data centres, computer operation rooms, office rooms with special equipment: earth resistance R_2 less than or equal to $10^9 \Omega$ or charging voltage U maximum 2 kV.
3. Unprotected electronic assemblies or components with operator protection requirements, e.g. test fields in the electronic production area: Earth resistance R_2 less than $1 \times 10^8 \Omega$, earth continuity acc. to VDE 0100, R_{ST} operator $5 \times 10^4 \Omega$ or R_{st} greater $1 \times 10^5 \Omega$ (depending on nominal voltage).
4. Unprotected electronic assemblies or components, e.g. fabrication or laboratory rooms for the production, repair and testing of electronic equipment, assemblies or components: Earth resistance R_2 less than $1 \times 10^8 \Omega$.
5. Explosive atmospheres in general, e.g. laboratories with risk of explosion, gas pressure regulating facilities, accumulator rooms: Earth resistance R_2 less than $10^8 \Omega$.
6. In newly built rooms used for medical purposes, R_2 less than $10^7 \Omega$, after four years R_2 less than $10^8 \Omega$, HF surgery R_2 greater $5 \times 10^4 \Omega$.

7. Explosive substances, e.g. where explosives are produced and stored, munitions or pyrotechnical items: Earth resistance R_2 less than $10^6 \Omega$.

Summary:

For most raised floor applications, a covering not exceeding the 2kV charge limit is usually sufficient. There is no requirement for earth resistance for the whole structure. Requirements for earth resistance as per the above list is usually only necessary in subareas e.g. central computer rooms.

Seen as a whole, the subject of static electricity is difficult to understand because of the many tests and requirements, a situation arising from excessive earth resistance requirements which were specified in the past.

Low conductivity of less than $10^8 \Omega$ can only be achieved by raised floor manufacturers when using highly conductive coverings, panel materials and adhesives. With regard to construction costs, unnecessary excessive requirements should, therefore, be avoided. It should be mentioned here that corresponding user clothing (conductive footwear) is absolutely crucial. A technically perfect electrostatic floor construction is useless against non-conductive footwear. Damages due to electrostatic discharge in this instance are inevitable.

Source

Safety Guideline for Raised floors, AGI Worksheet, manufacturer's recommendations, Carpet Research Institute.

Floor coverings

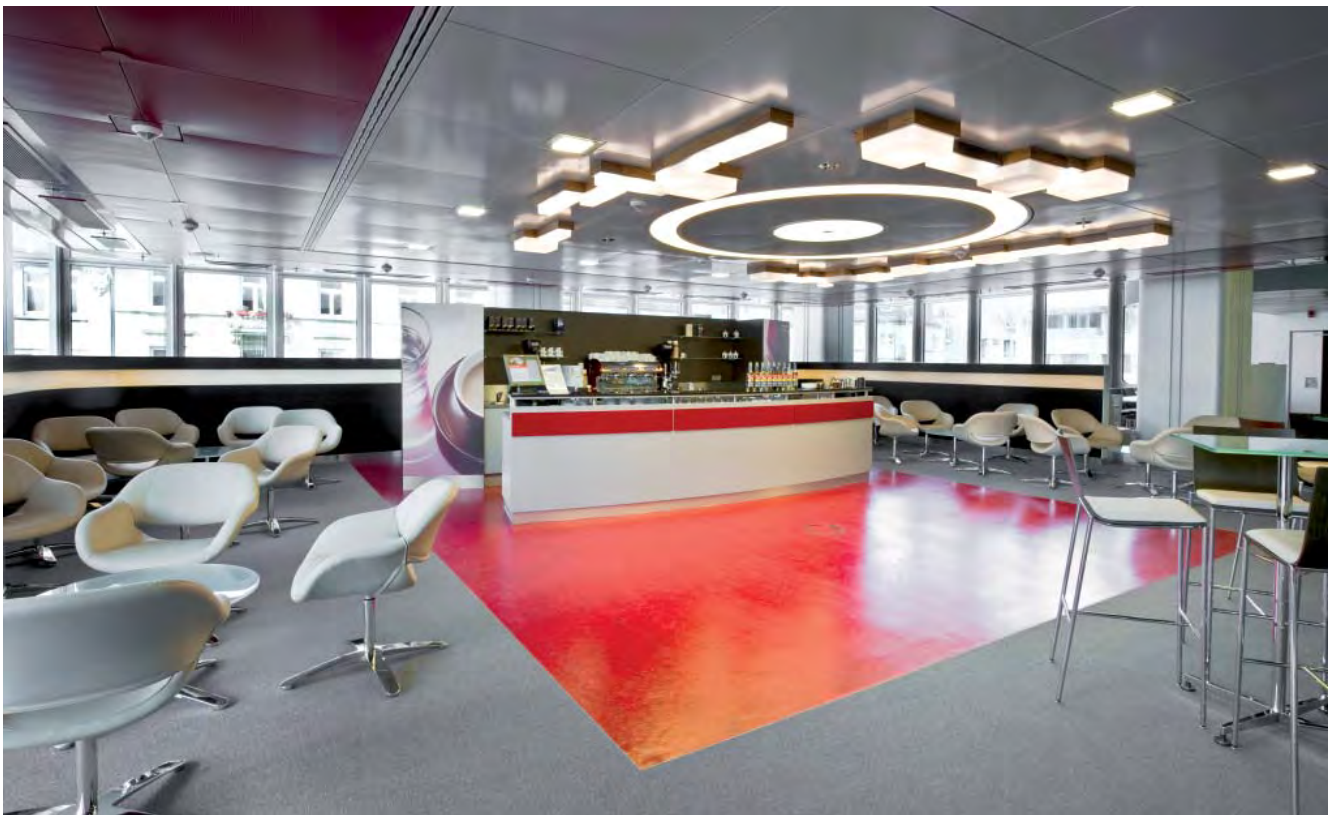
Standard coverings

Different floor coverings individualise your NORTEC raised floor. In general, all standard floor coverings are available. In addition to standard floor coverings, Lindner offers floor panels with finished surfaces. Every floor system gets a covering as a finish. Factory-bonded coverings with tested and emission-

free adhesives ensure the best quality and an extended life for your product.

You can choose from a range of coverings including rubber, PVC, HPL or carpet.

In addition, Lindner offers, besides the standard coverings, the series WOODline and STONELINE.



Possible floor coverings

- Elastic coverings
- Textile coverings
- HPL
- WOODline
- STONELINE
- Steel sheet and aluminium foil
- Loose-laid tiles

WOODline

The floor has always been an essential part of a highly specified room. Whether in a conference room or in the modern office, parquet floors make you feel good. Lindner parquet floors are manufactured from solid wood to the highest quality standards and are particularly durable and comfortable to walk on. The combination of a range of woods, designs and finishes means that all ideas are possible.

The edge trim is fitted to the top edge of the parquet, so that no moisture can penetrate into the parquet itself. The colour of the edge trim is supplied in the same colour as the parquet, making the joint between the panels and the edge trim itself barely visible.



Photo: © Walter Luttenberger

As with all natural products, wood differs in colour and structure. Print colours cannot reproduce the colour of the parquet exactly, therefore small differences might occur.

The wooden surfaces are offered oiled or varnished.

Floor coverings

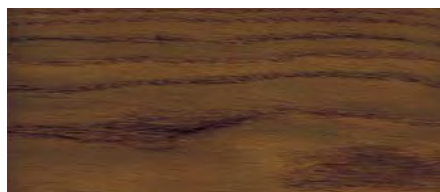
Types of wood

Oak, steamed oak, bamboo, steamed bamboo, steamed beech, light beech, olive ash, ash, maple etc. – these wood types are only a small selection from our range. Other types of wood are available on request.

All selected suppliers for Lindner WOODline floor coverings guarantee highest quality and have a certification according to the high ecological requirements of the FSC / PEFC.



Oak



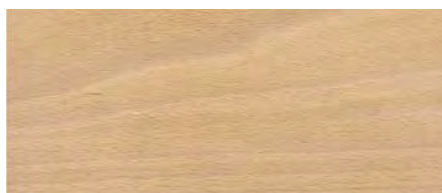
Smoked oak



Bamboo



Steamed bamboo



Steamed beech



Light beech



Olive ash



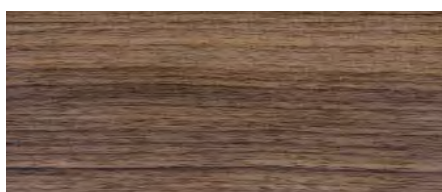
Ash



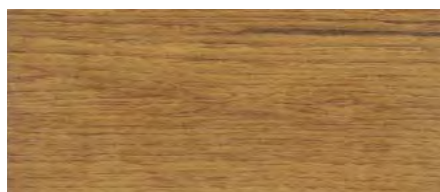
Maple



Cherry



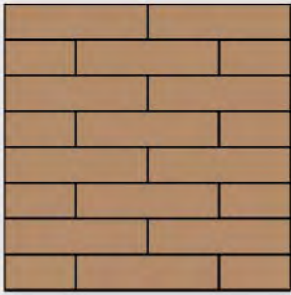
Walnut



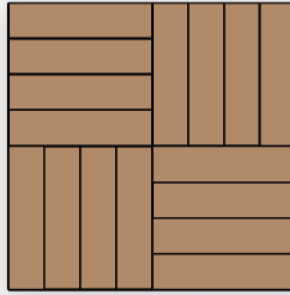
Teak

Types of designs

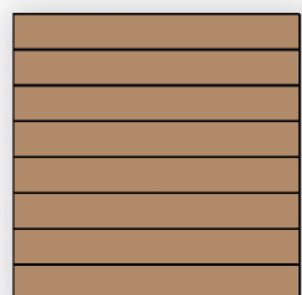
3-strip



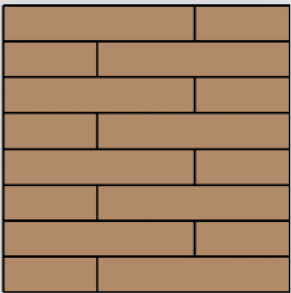
Cube, fourfold



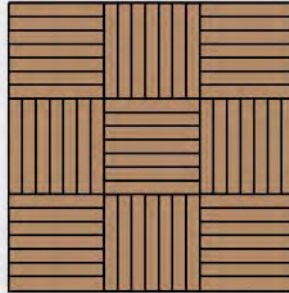
Large baton



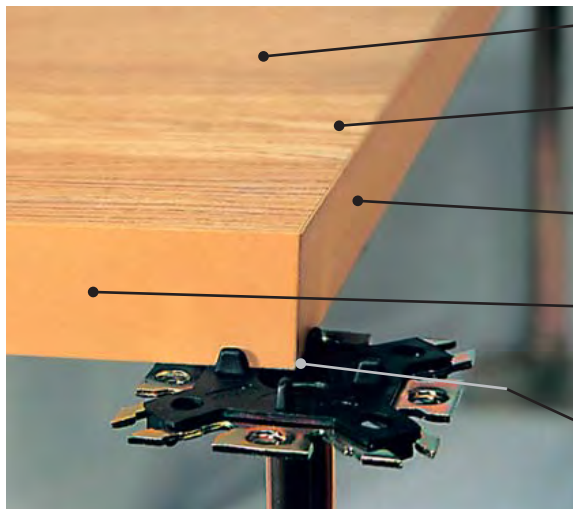
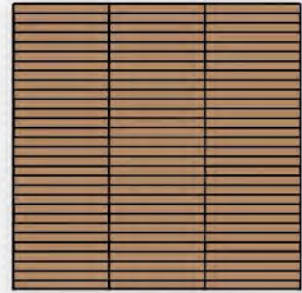
2-strip



Mosaic



Industrial parquet



Surface
Varnish, oil

Covering
High-quality wood panels in different designs
and woods

Carrier panel
Raised floor panel from calcium sulphate

Edge trim
Colour adjusted to the type of wood. To protect the
edge of the panel, the edge trim reaches to the top
edge of the parquet

Barrier
Impermeable foil as humidity barrier or steel sheet to
increase load

Advantages of varnished finishes:

- Extremely hard surface
- Highly wear resistant
- Low maintenance
- Resistant against bacteria and microorganisms
- Adjustable gloss level

Advantages of oiled finishes:

- Low maintenance
- Damage through use is easy to resolve
- Ecologically friendly
- Maintains natural surface structure

Floor coverings

STONEline

STONEline offers a range of natural and artificial stone and ceramic tiles, factory bonded to our calcium sulphate panels.

Countless types of stones from a wide range of countries are available, as well as a great variety of colours.

New manufacturing techniques mean that the combined “sandwich” of stone and calcium sulphate panel can be processed as a single unit. This innovative production technology allows us to provide you with all-in-one solutions.

During manufacture of NORTEC panels with stone, the joints are made to fit 100 % accurately.

A colour-coordinated edge trim is fitted up to the top of the panel, thus preventing the edges of the stone from chipping off with opening and closing of the raised floor.



Types of stone

A variety of stone surfaces is available to suit the design, use and load-bearing requirements of every interior: hard-wearing granite for extreme, long-term usage; highly valued, high-quality marble for high-class interiors, a wealth of artificial stones and ceramic coverings offering a range of surface options to suit modern design requirements.

Ceramic and artificial stone: versatile and exquisite

A comprehensive, carefully-graded product range enables us to satisfy a wide variety of requirements in terms of function and aesthetics. Countless combinations of colours, sizes and patterns make it possible to fulfil almost any individual design.



Micron 60GL



Micron 60DG



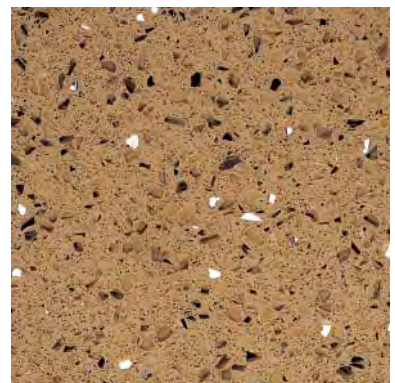
Micron 60N



35-50-05



10-10-05

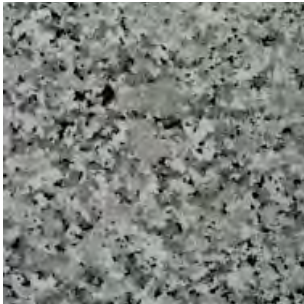


33-10-09

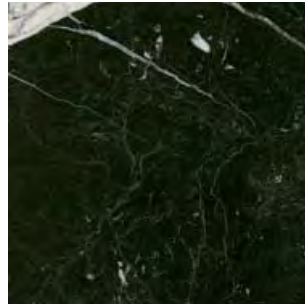
Floor coverings

Natural stone for the highest standards

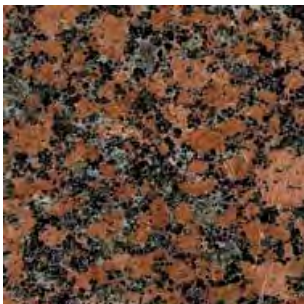
By using a variety of different stones, one can create individual highlights and give each interior its own particular style. The following types of stones are a small selection from our range.



Bianco Sardo Perla



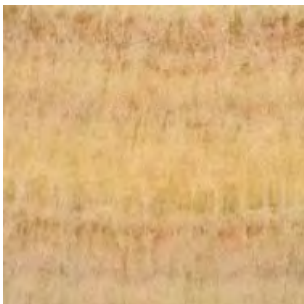
Negro Marquina



Carmen Red



Assoluto Zimbabwe



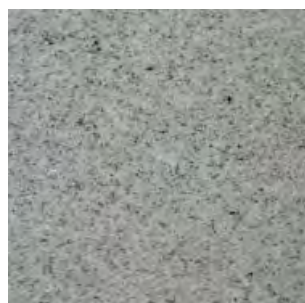
Onice Cappucino



Impala



Silver Cloud Imperial



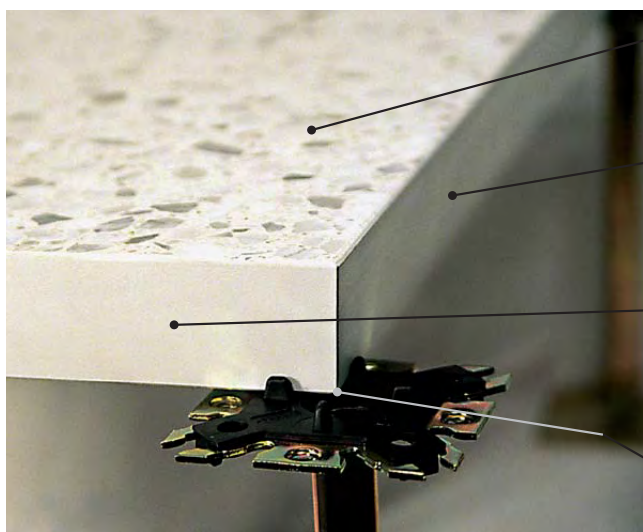
Imperial White

As with all natural products, stone varies slightly in colour and structure. Printer inks cannot match the colour tones of stone perfectly: minor differences in colour are therefore possible.

Other stone coverings are available on request.



Photo: © Wanzl GmbH & Co. Holding KG



Covering
High quality stone, in a wide variety of types

Carrier panel
Raised floor panels from calcium sulphate with various material thicknesses.

Edge trim
Colour adjusted to the stone finish. To protect the edges of the stone, the edge trim is fitted to the top edge of the covering

Barrier
Steel sheet to increase load

Surface finishing

- Polished surfaces will bring out the full natural stone structure and colour
- Finely-burnished surfaces are classified to the slip resistance level R9
- With layered stones (e.g. Juparanà Colombo), the cutting of untreated blocks, either "with the grain" or "against the grain", and the choice of a suitable surface finish can create a variety of different appearances

Advantages of STONELINE

- Stability, low maintenance and durability
- Resistant to heat and damp
- Natural stone from selected international stone reserves
- Highly precise application and formatting

Standards and regulations

Association of System Floors (Bundesverband Systemböden e.V.)

The coming together of European countries and the creation of standards and laws to regulate this free market has resulted in medium-sized companies forming syndicates, so that they can increase their influence with public institutes and standardisation opposite their European counterparts.

This resulted in the Association of System Floors, founded on 1st January 1995 to represent the interests of medium-sized companies, such as the "Fachgemeinschaft Doppelboden" (Trade Community Raised Floors) or the "Fachverband Hohlraumboden" (Trade Association of Hollow Floors).

In addition to this synergy between associations, the Association of System Floors will also continue to support the European standardisation for raised floors in the CEN. This standardisation is intended to establish top-quality technical offers for raised floor products.

Please refer to the website of the "Bundesverband Systemböden e.V." (www.systemboden.de) for up-to-date information, particularly BVS data sheets on system floor specifications, the overview on standard certified system floors and the German system floor ABP (General Constructional Supervisory Test Certificate) central register.

Lindner AG is a member of the Association of System Floors.

DIN EN 12825 Raised flooring

System floors, particularly raised floors, are used in every modern administrative and office building and as such are an everyday product for planners and architects.

System floors also fulfil many safety tasks. The planner has to deal with many building regulations, technical requirements and products.

The DIN EN 12825 standard has introduced standardised European testing procedures and load classes for system floors based on the Construction Product Directive. The corresponding application guidelines are based on European standards, whilst taking into account the German Building Regulations Act and the generally recognised regulations on the technology in nationally applicable requirements and regulations. At the same time, they also regulate procedures for certifying standards compliance.

The full set of DIN standards can be requested from Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, Tel. (030) 26 01 – 22 60, www2.beuth.de.



Standards and regulations

Application guideline for DIN EN 12825 Raised Floors

In the application guideline for use, as part of the DIN EN 12825, essential requirements and features are specified regarding the suitability of a raised floor for use and traffic, setting a safety standard for the construction process.

System floors are being developed continually in both a technical and scientific sense. As a result, the application guideline needs to be adjusted regularly to the latest technology.

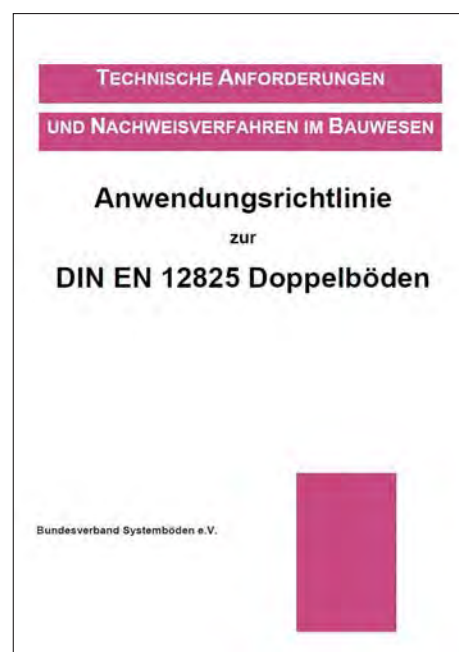
Only system floors that are produced in compliance with the standards, and which comply with the requirements of the application guideline in terms of construction, stability, materials, workmanship and life of product conformity are awarded the certificate for raised and hollow floors.

Monitoring of the safety standards is carried out by continual in-house monitoring and by regular external testing by neutral testing institutes and bodies in accordance with the application guideline.

Monitoring of safety standards guarantees adherence to the criteria required for suitability for use and traffic and so represents a reliable marker when choosing a floor system.

Installation of a certified raised floor is a guarantee for the users and owners that it complies with the latest technology in terms of safety, liability and industrial workplace regulations.

The guidelines for use are continuously added to and developed, to keep up to date with technical progress. The current version can be requested from the Association for System Floors.



Standards and regulations

Property Services Agency (PSA)

The Method of Building (MOB) standard for raised floors was introduced in 1982 by the Property Services Agency (PSA) and is the old standard for raised floors in the United Kingdom and is now being increasingly replaced by the EN 12825 standard.

Ceilings & Interior Systems Construction Association (CISCA)

CISCA is an American standardisation institute for the interior industry. Its publications include test standards for the raised floor industry. The test standards were developed based on comments received from American and other international manufacturers.



The requirements for floor systems produced by CISCA and the MOB/PSA standard are overspecified for a normal application; this leads to oversized floor systems. The much newer EN is more applicable to loads that actually occur during usage, which leads to more cost-effective floor systems which are also easier to install and to use. The London-based STANHOPE PLC architects office has published a statement on this issue, which you can request from us.

As with all other rules and regulations, suitable test criteria for workshops (workshop test certificates) are specified for practical application, ensuring the smooth function of raised floors with a special requirement profile.

[illegible]

We can do it all for you.

Lindner Concepts:

- Airports and Railways
- Clean Rooms and Operating Theatres
- Cruise Liner and Ship Fit-out
- General Contracting
- Hotels and Resorts
- Insulation and Industrial Service
- Interior Fit-out and Furnishings
- Special-Purpose Constructions and Stadiums
- Studios and Concert Halls
- System Buildings

Lindner Products:

- Ceiling Systems
- Doors
- Dry Lining Systems
- Facades
- Floor Systems
- Heating and Cooling Technologies
- Lights and Lighting Systems
- Partition Systems
- Roofing Systems
- Steel & Glass

Lindner Service:

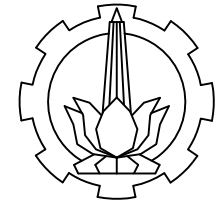
- Clearance of Harmful Substances
- Construction Management and Project Development
- Deconstruction and Interior Demolition
- General Planning
- Global Product Supplies
- Green Building
- Industrial Scaffolding
- Installation and Building Services
- Research and Development

Lindner Group

Bahnhofstrasse 29
 94424 Arnstorf
 Germany
 Phone +49 (0)8723/20-36 82
 Fax +49 (0)8723/20-28 30
floorsystems@Lindner-Group.com
www.Lindner-Group.com

DAFTAR GAMBAR STRUKTUR
PROYEK : GEDUNG UDOA WESTON HOTEL–JAMBI

NO.	URAIAN	NOMOR	NAMA GAMBAR	SKALA	KETERANGAN
1	ARSITEKTUR	ARS 01–10	DENAH LOWER GROUND FLOOR – 9TH FLOOR	1 : 200	
2		ARS 11	RIGHT ELEVATION	1 : 200	
3		ARS 12	LEFT ELEVATION	1 : 200	
4		ARS 13	FRONT ELEVATION	1 : 200	
5		ARS 14	BACK ELEVATION	1 : 200	
6		ARS 15	SECTION 16–16	1 : 200	
7		ARS 16	SECTION 18–18	1 : 250	
8		ARS 17	SECTION 3–3	1 : 250	
9	DENAH STUKTUR	DSTR 01–09	DENAH KOLOM LOWER GROUND FLOOR–8TH FLOOR	1 : 350	
10		DSTR 10–19	DENAH BALOK LOWER GROUND FLOOR–9TH FLOOR	1 : 350	
11	STUKTUR	STR 01	POSISI TENDON PLAT PRATEKAN LT.3	1 : 50	
12		STR 02	POTONGAN A–A TENDON LT.3	1 : 50	
13		STR 03	POTONGAN B–B TENDON LT.3	1 : 50	
14		STR 04	POSISI DAN POTONGAN TENDON PLAT PRATEKAN LT.5–9	1 : 50	
15		STR 05	POTONGAN TENDON 24 METER	1 : 50	
16		STR 06	POTONGAN TENDON 12 METER	1 : 50	
17		STR 07	DETAIL ANGKUR AKTIF DAN PASIF	1 : 50	
18		STR 08	POTONGAN PLAT A–A	1 : 50	
19		STR 09	POTONGAN PLAT B–B	1 : 50	
20		STR 10	DETAIL PLAT	1 : 50	
21		STR 11	DETAIL BALOK	1 : 50	
22		STR 12	DETAIL KOLOM	1 : 50	
23		STR 13	DETAIL TULANGAN PENYALURAN	1 : 50	
24	METODE PELAKSANAAN	MP 01	PEMASANGAN SUPPORT	1 : NTS	
25		MP 02	PEMASANGAN BODEMEN SLAB	1 : NTS	
26		MP 03	PEMBESIAN SLAB	1 : NTS	
27		MP 04	PEKERJAAN PENGECORAN BEAM DAN SLAB	1 : NTS	
28		MP 05	PEKERJAAN STRESSING PLAT	1 : NTS	
29					



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

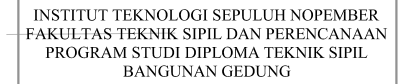
DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610



PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

JUDUL GAMBAR

SKALA

1 : 350

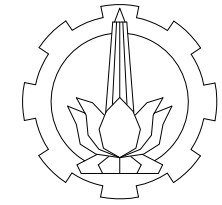
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

ARS

01





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH GROUND FLOOR

SKALA

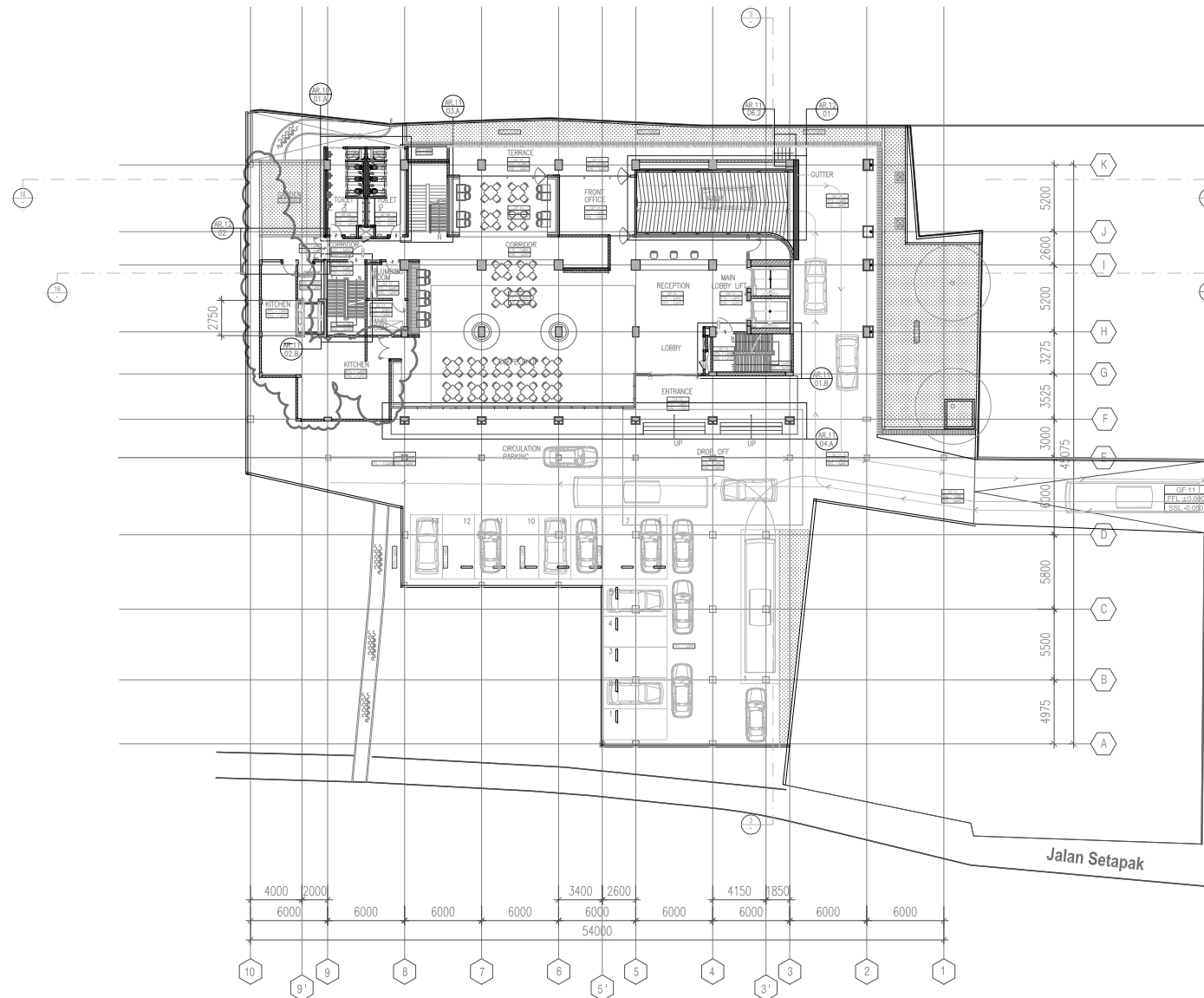
1 : 350

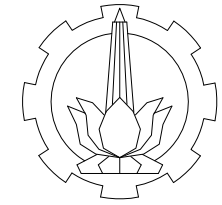
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

ARS

02





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 1ST FLOOR

SKALA

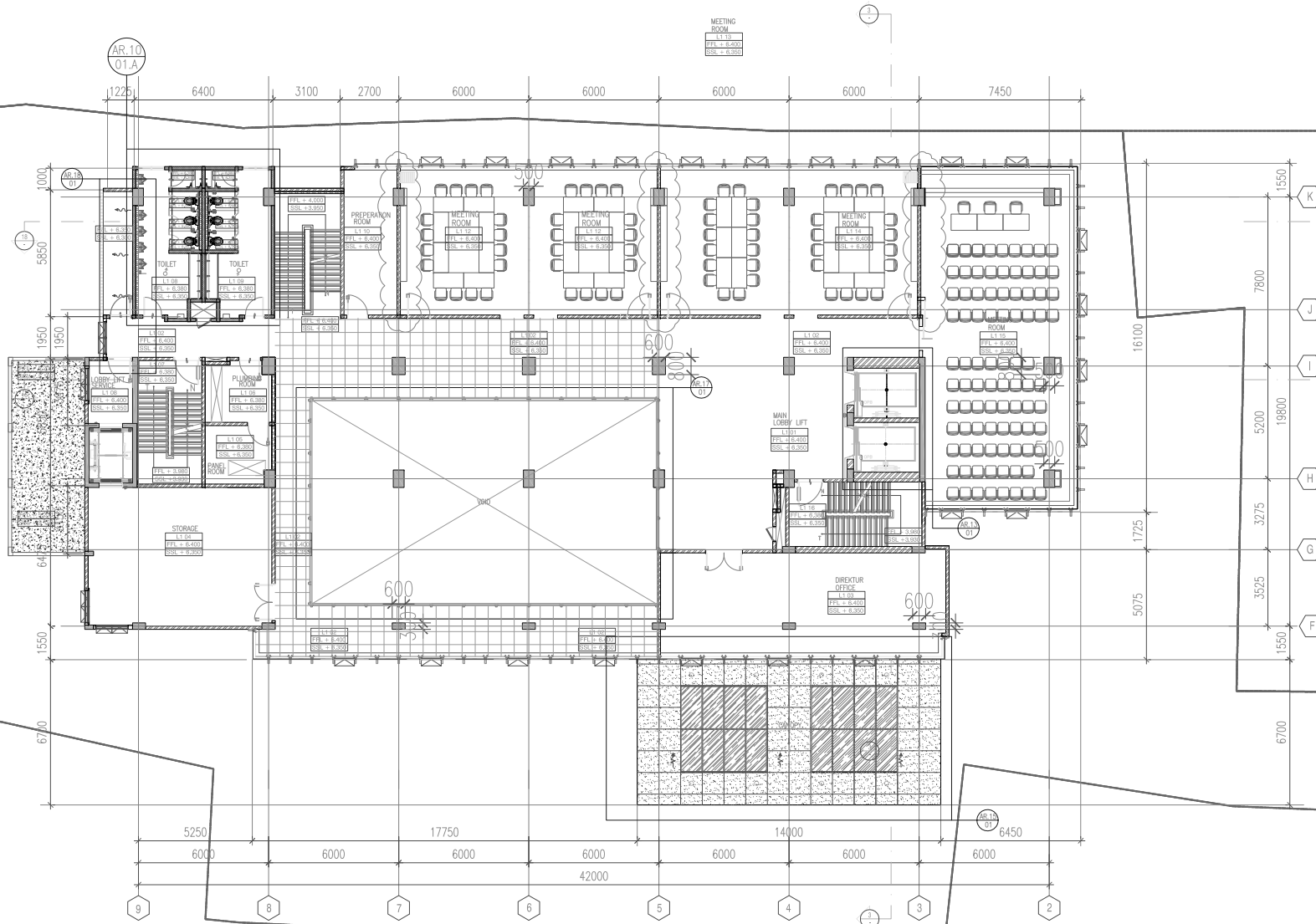
1 : 200

KODE GAMBAR

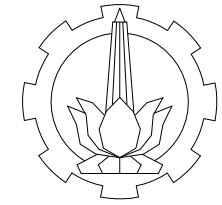
NO LEMBAR

ARS

03



1 1ST FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 2ND FLOOR

SKALA

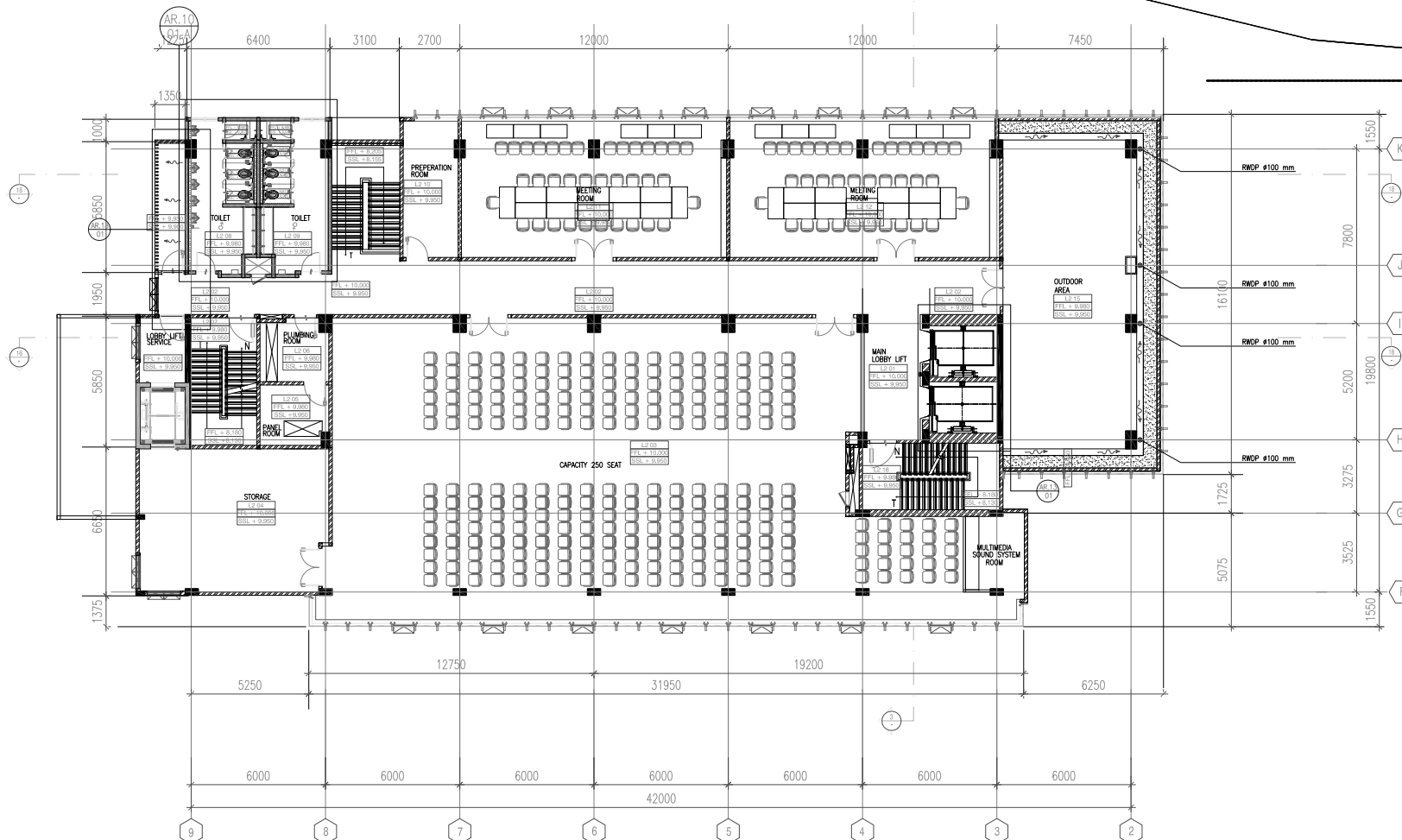
1 : 200

KODE GAMBAR

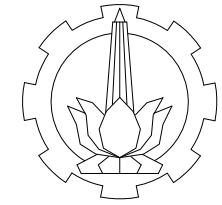
NO LEMBAR

ARS

04



1 2ND FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

3RD FLOOR

SKALA

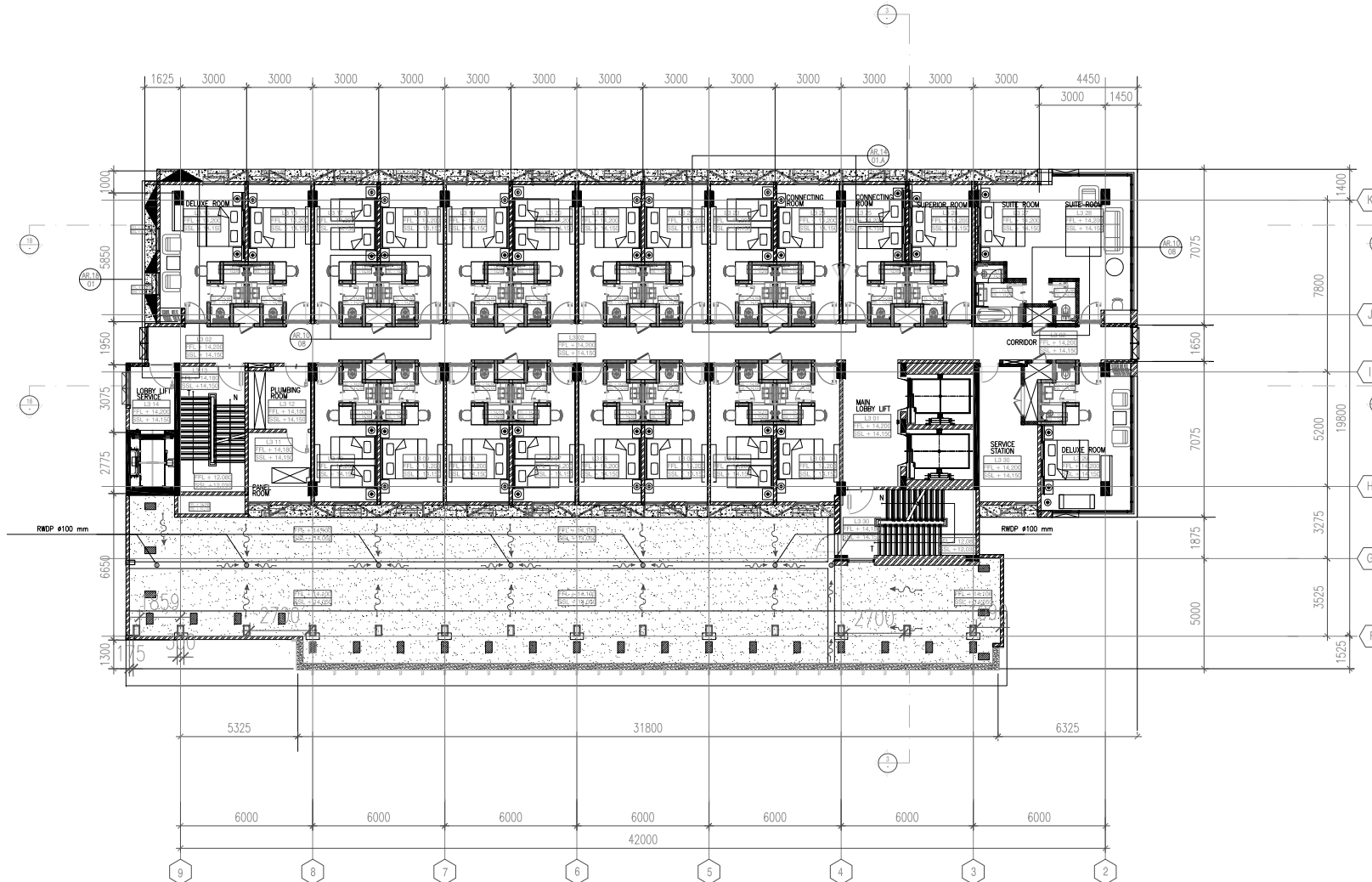
1 : 200

KODE GAMBAR

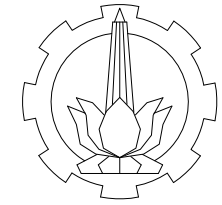
NO LEMBAR

ARS

05



1 3RD FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 5TH FLOOR PLAN

SKALA

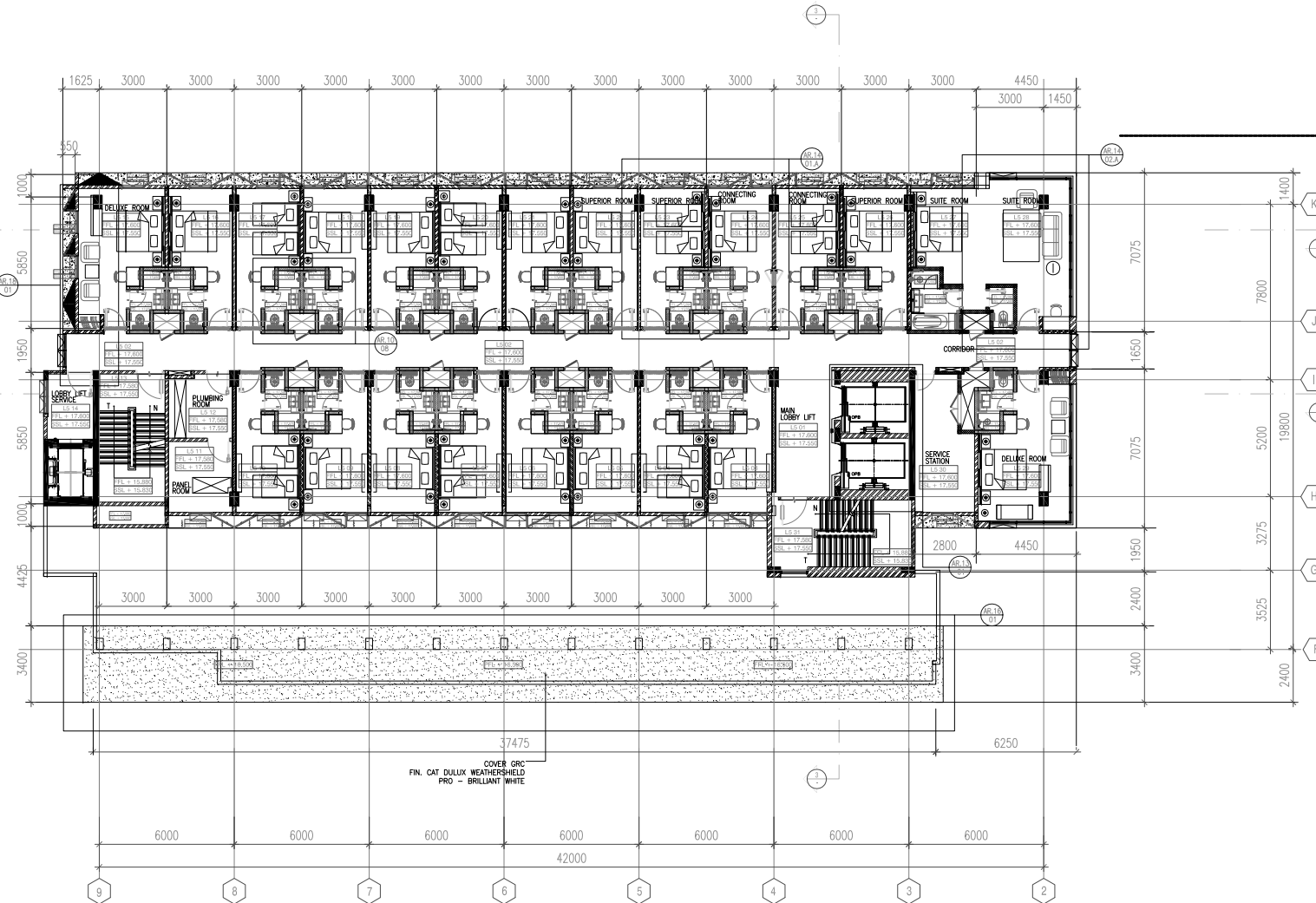
1 : 200

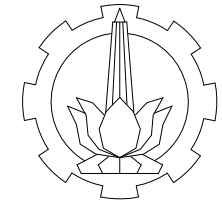
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

ARS

06





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 6TH FLOOR

SKALA

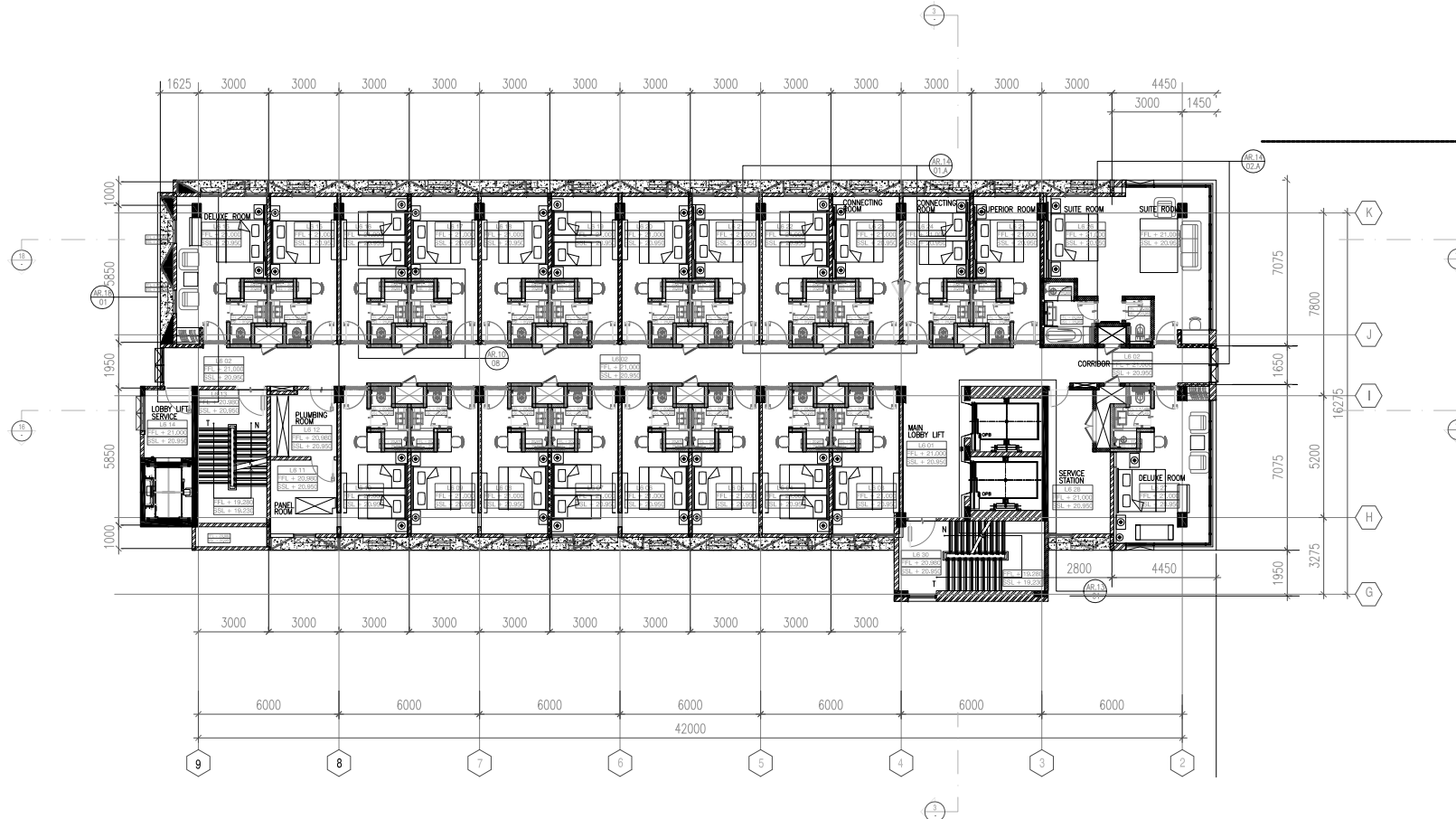
1 : 200

KODE GAMBAR

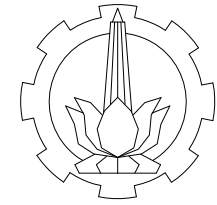
NO LEMBAR

ARS

07



1 6 TH FLOOR PLAN
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 7TH FLOOR

SKALA

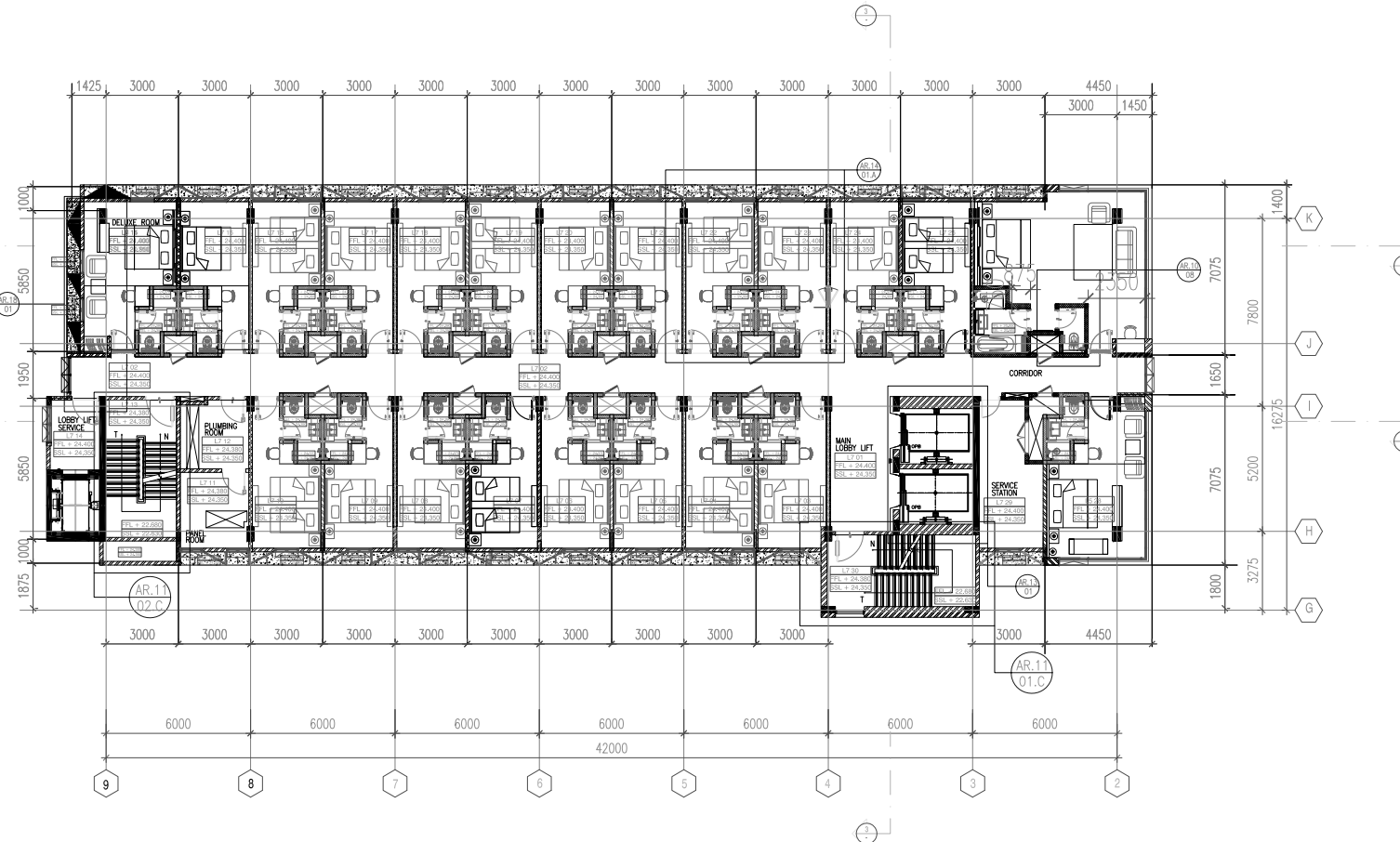
1 : 200

KODE GAMBAR

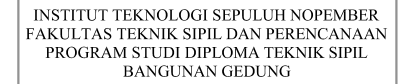
NO LEMBAR

ARS

08



1 7TH FLOOR PLAN
SCALE 1:200



PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

JUDUL GAMBAR

DENAH 8TH FLOOR

SKALA

1 : 200

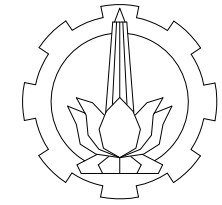
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

ARS

09





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH 9TH FLOOR

SKALA

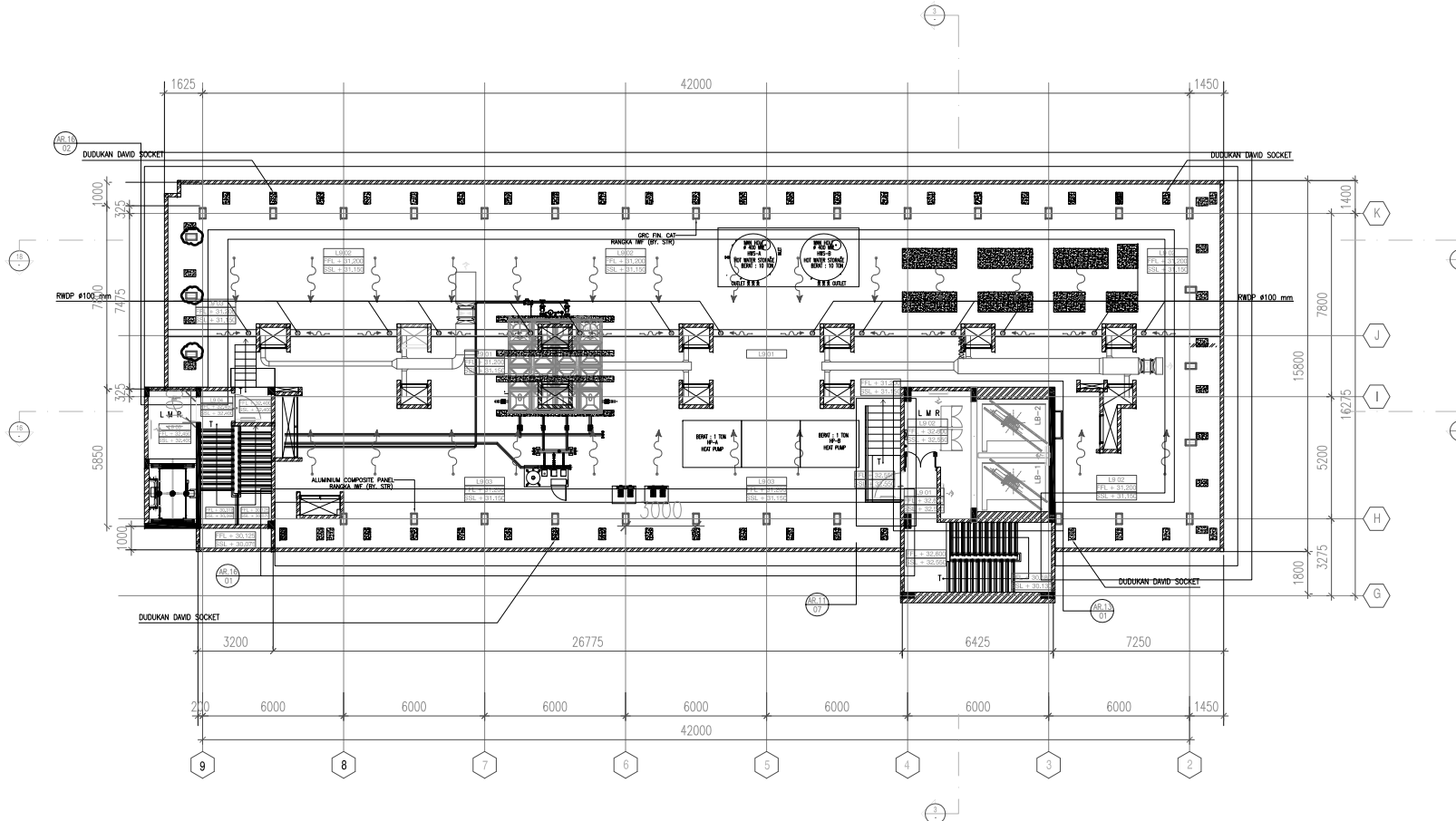
1 : 200

KODE GAMBAR

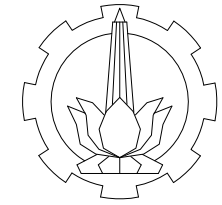
NO LEMBAR

ARS

10



1 9TH FLOOR PLAN (ROOF FLOOR PLAN)
SCALE 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

RIGHT ELEVATION

SKALA

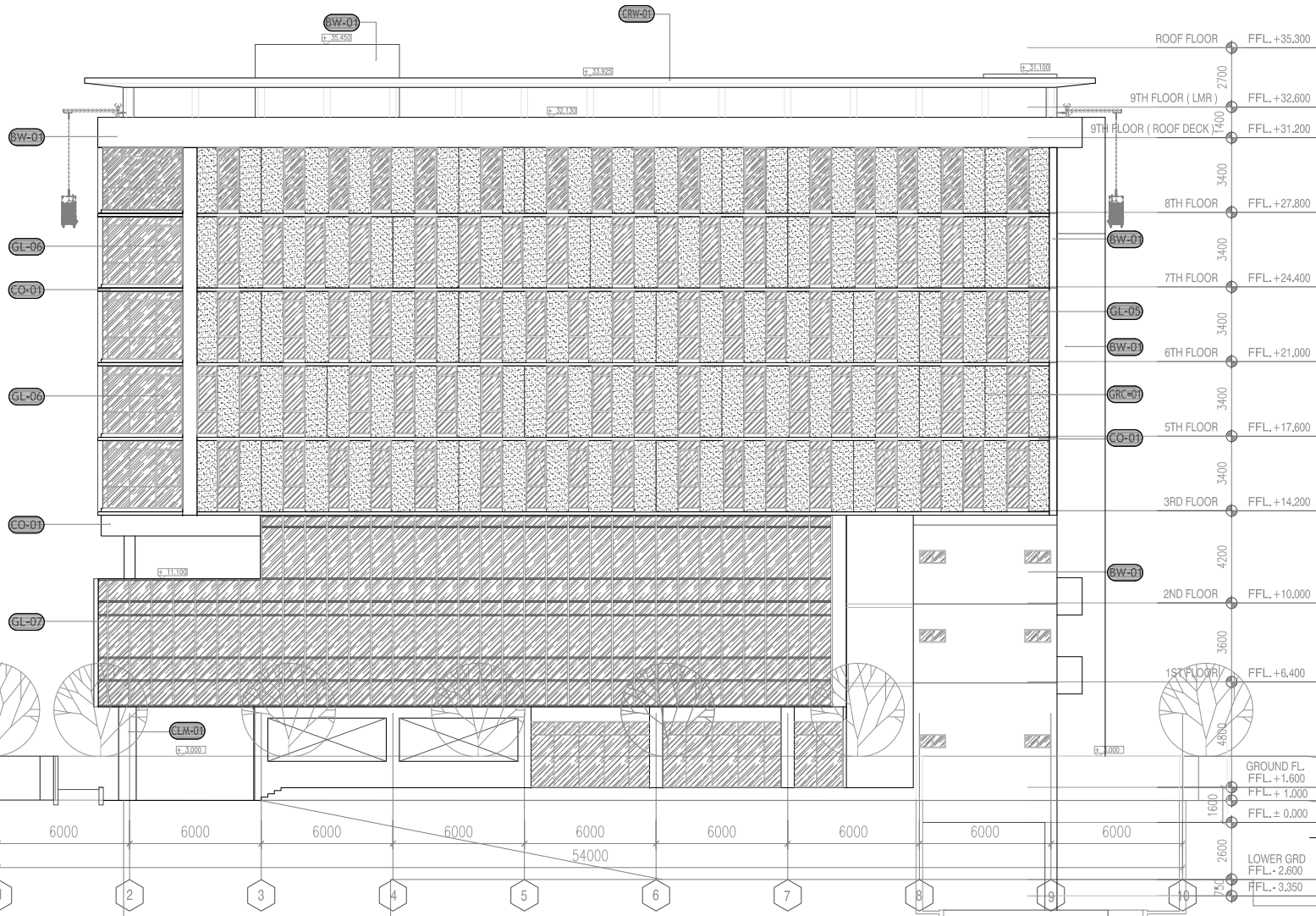
1 : 200

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

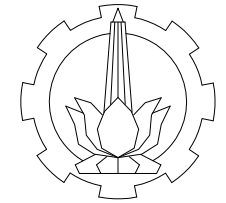
ARS

11



RIGHT ELEVATION

SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

LEFT ELEVATION

SKALA

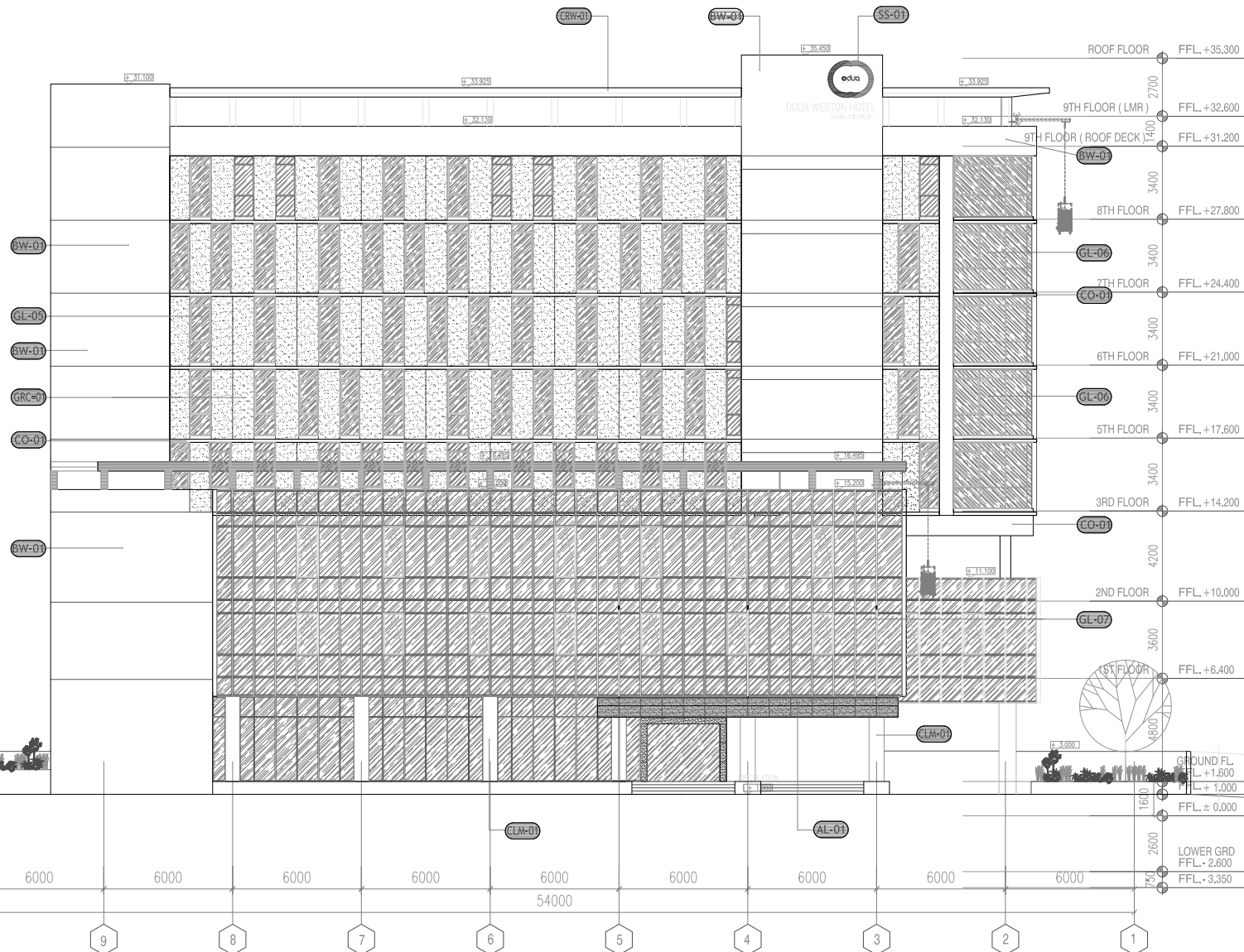
1 : 200

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

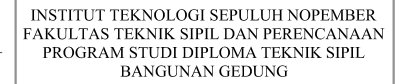
ARS

12



LEFT ELEVATION

SCALE 1:200



PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

JUDUL GAMBAR

FRONT ELEVATION

SKALA

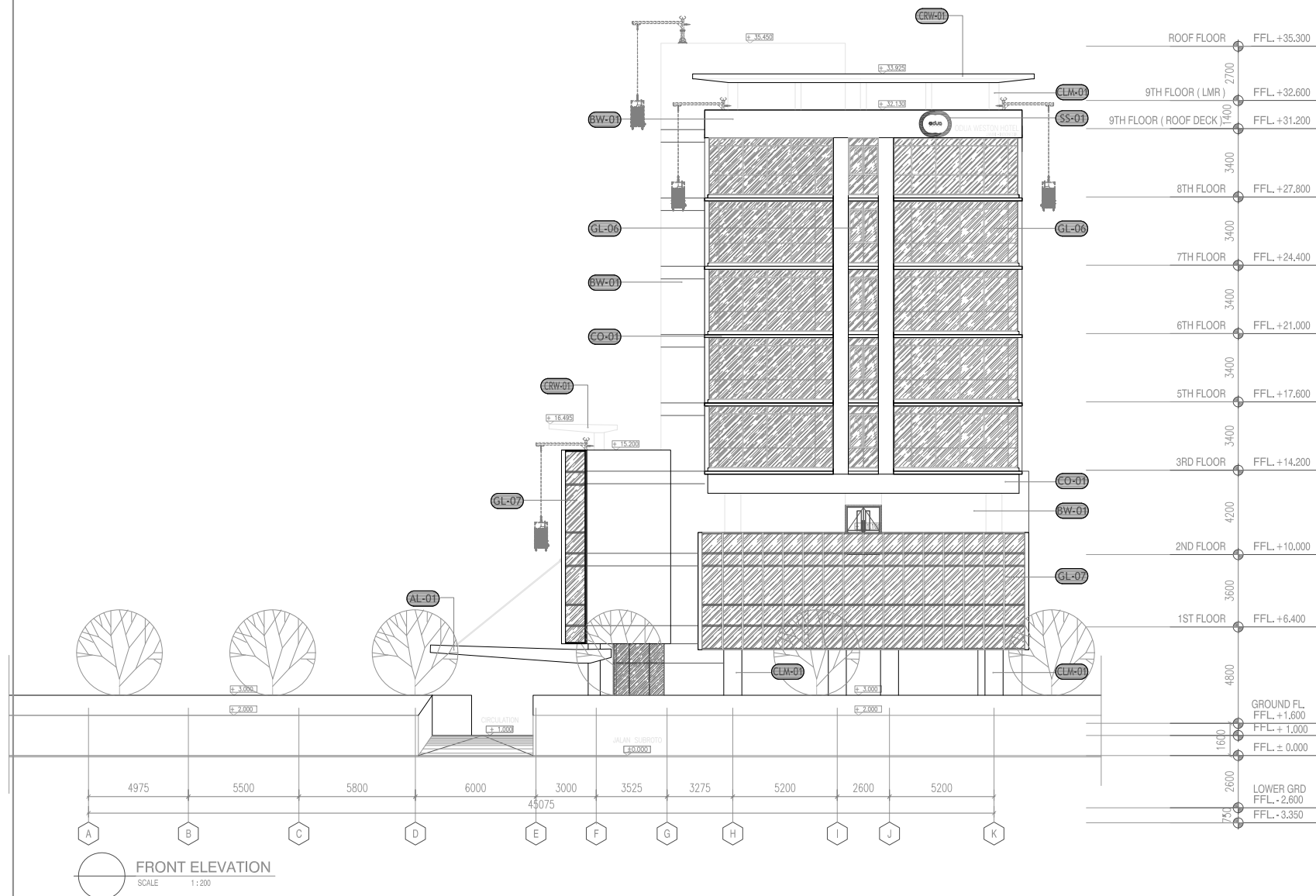
1 : 200

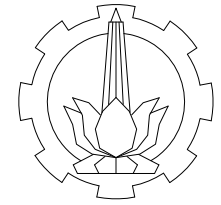
KODE	GAMBAR
------	--------

NO LEMBAR

ARS

13





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

BACK ELEVATION

SKALA

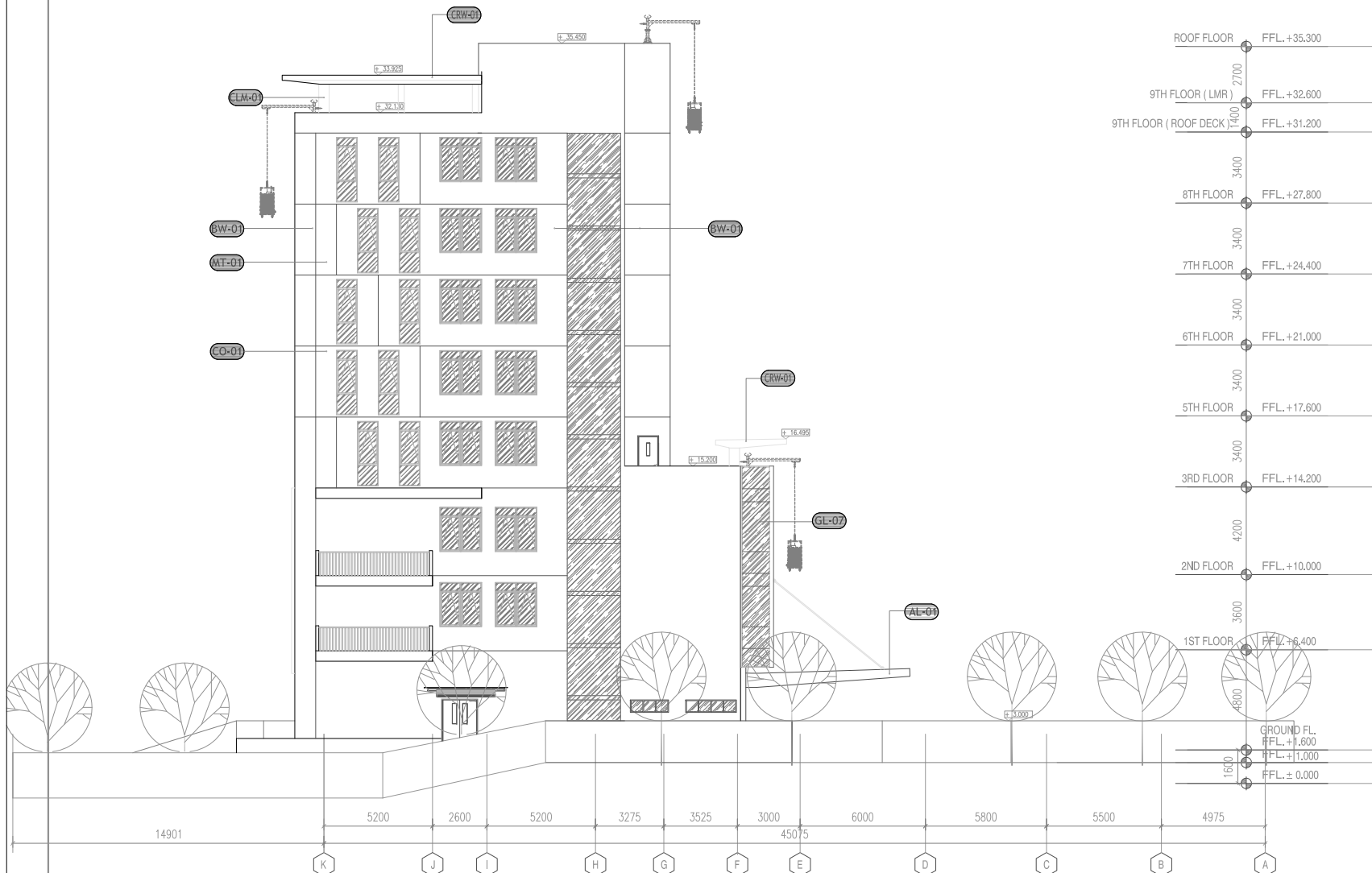
1 : 200

KODE GAMBAR

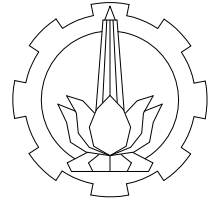
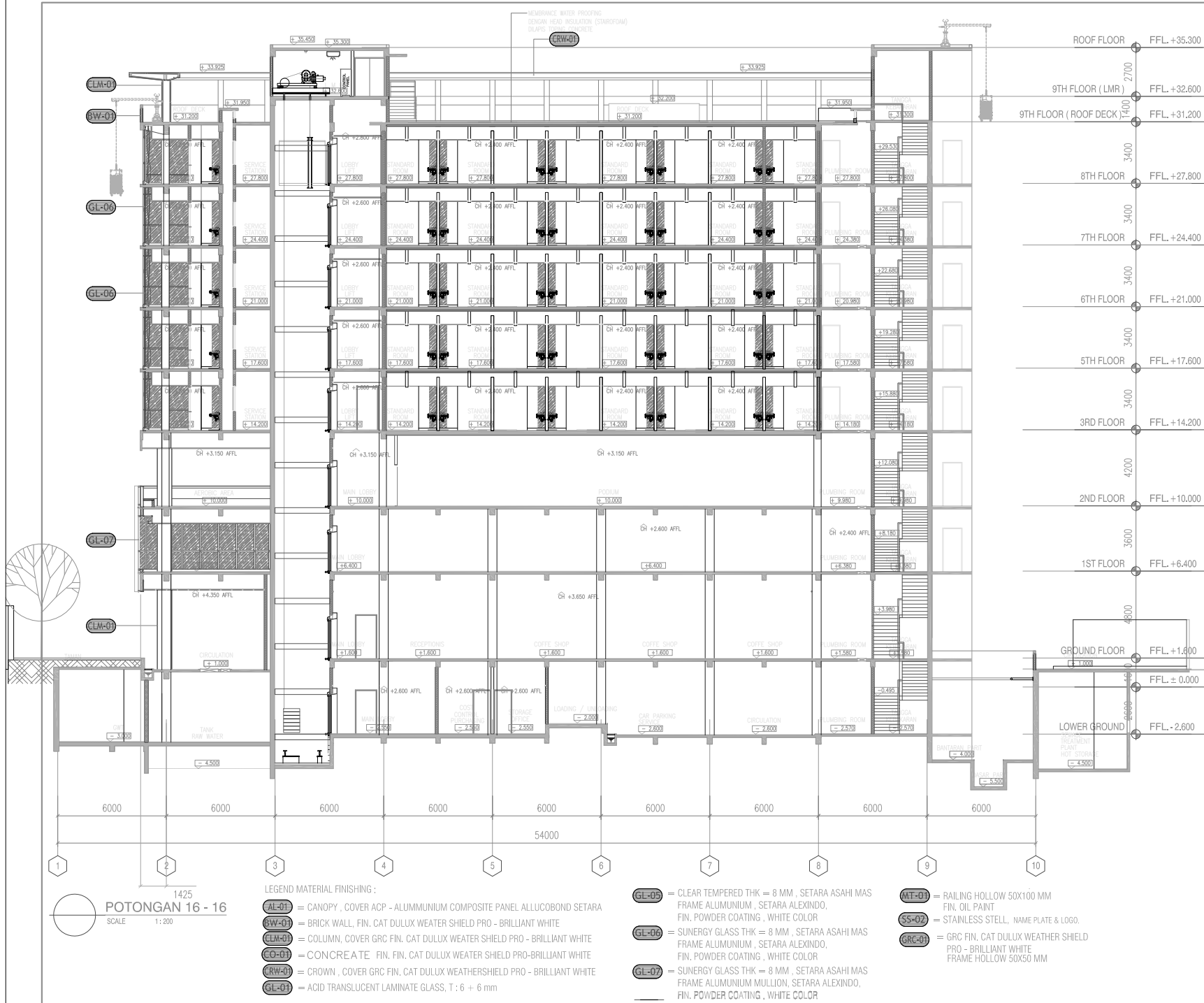
NO LEMBAR

ARS

14



BACK ELEVATION
SCALE 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN 16-16

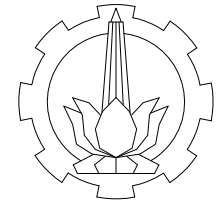
SKALA

1 : 200

KODE GAMBAR NO LEMBAR

ARS

15



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN 18-18

SKALA

1 : 250

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

ARS

16



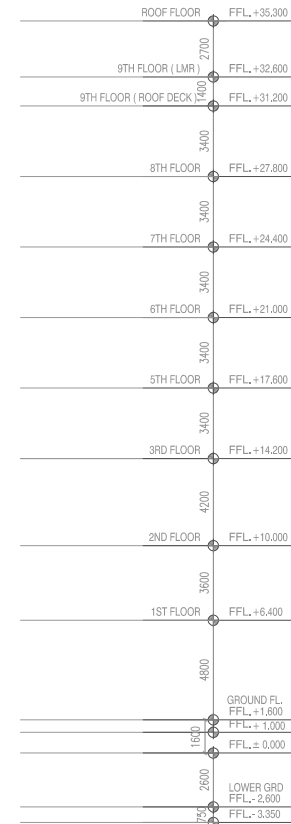
POTONGAN 18 - 18
SCALE 1 : 250

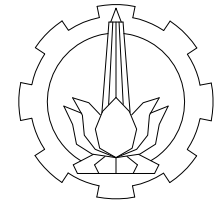
LEGEND MATERIAL FINISHING :

- AL-01** = CANOPY , COVER ACP - ALUMMUNIUM COMPOSITE PANEL ALLUCOBOND SETARA
- BW-01** = BRICK WALL, FIN. CAT DULUX WEATER SHIELD PRO - BRILLIANT WHITE
- CLM-01** = COLUMN, COVER GRC FIN. CAT DULUX WEATER SHIELD PRO - BRILLIANT WHITE
- CO-01** = CONCREATE FIN. FIN. CAT DULUX WEATER SHIELD PRO-BRILLIANT WHITE
- CRW-01** = CROWN , COVER GRC FIN. CAT DULUX WEATHERSHIELD PRO - BRILLIANT WHITE
- GL-01** = ACID TRANSLUCENT LAMINATE GLASS, T : 6 + 6 mm

- GL-05** = CLEAR TEMPERED THK = 8 MM , SETARA ASAHI MAS FRAME ALUMUNIUM , SETARA ALEXINDO, FIN. POWDER COATING , WHITE COLOR
- GL-06** = SUNERGY GLASS THK = 8 MM , SETARA ASAHI MAS FRAME ALUMUNIUM , SETARA ALEXINDO, FIN. POWDER COATING , WHITE COLOR
- GL-07** = SUNERGY GLASS THK = 8 MM , SETARA ASAHI MAS FRAME ALUMUNIUM MULLION, SETARA ALEXINDO, FIN. POWDER COATING , WHITE COLOR

- WT-01** = RAILING HOLLOW 50X100 MM FIN. OIL PAINT
- SS-02** = STAINLESS STEEL , NAME PLATE & LOGO.
- GRC-01** = GRC FIN. CAT DULUX WEATHER SHIELD PRO - BRILLIANT WHITE FRAME HOLLOW 50X50 MM





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN 3-3

SKALA

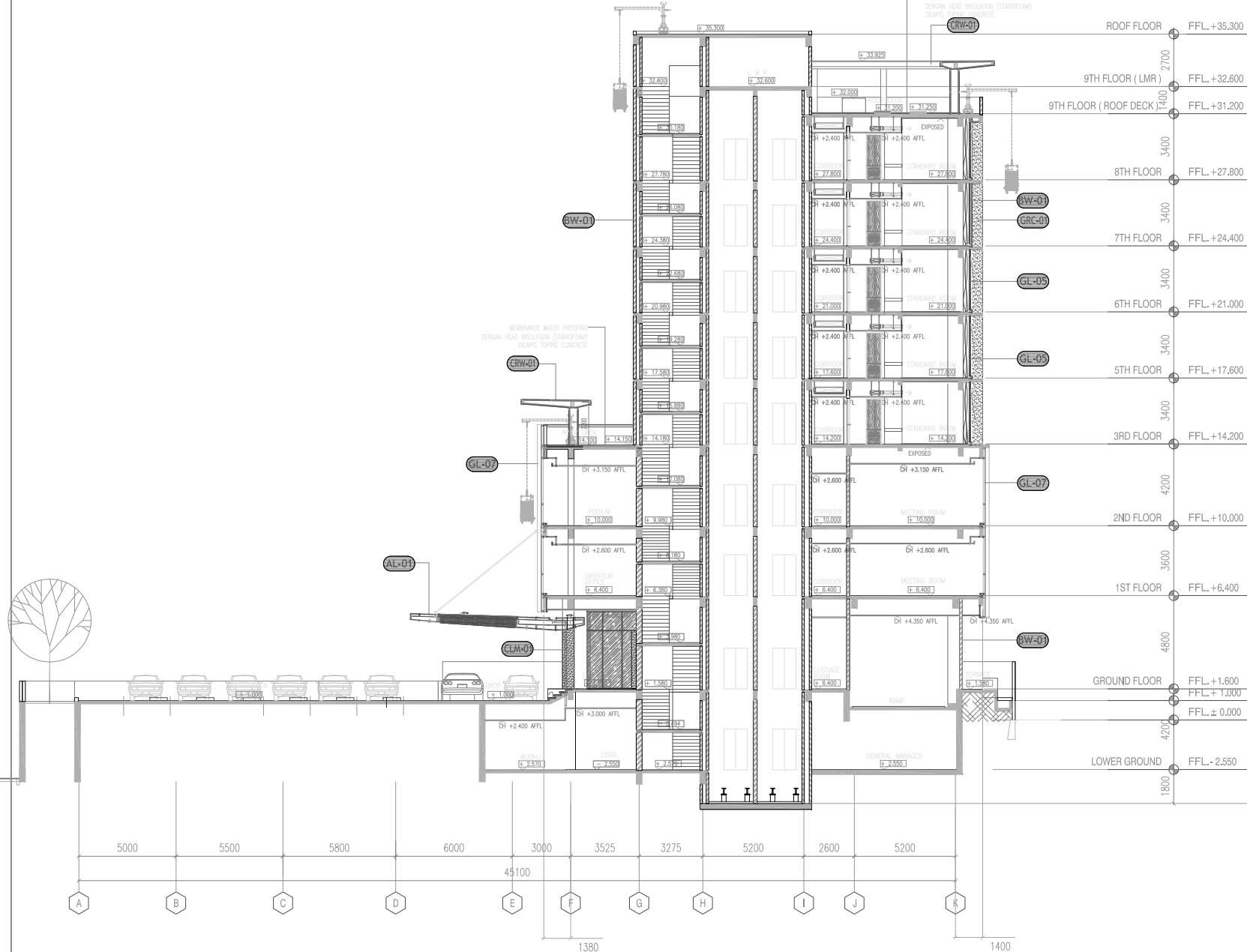
1 : 200

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

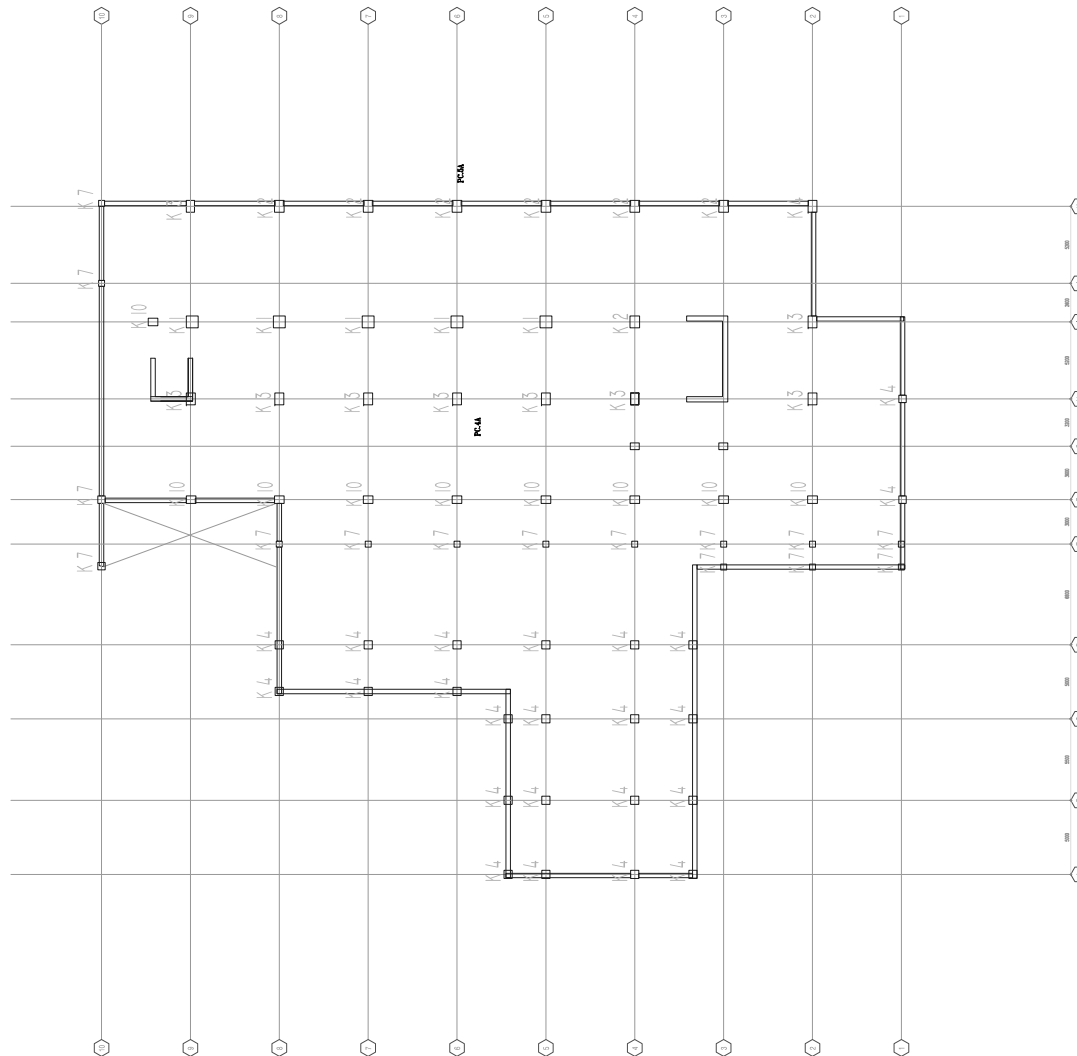
ARS

17



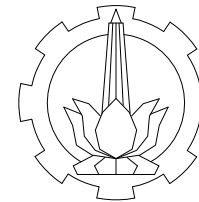
POTONGAN 3 - 3
SCALE 1 : 200

MATERIAL BETON f_c (MPa)	DFT DILUB TULANGAN	K-1		K-2		K-3		K-4		K-6	
		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI	
		TULANGAN	22 D25	TULANGAN	20 D25	TULANGAN	20 D25	TULANGAN	20 D25	TULANGAN	16 D16
		SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	DFT DILUB TULANGAN	K-7		K-8		K-9		K-10		K-11	
		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI		DIMENSI	
		TULANGAN	12 D16	TULANGAN	16 D16	TULANGAN	16 D16	TULANGAN	12 D16	TULANGAN	12 D16
		SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200	SEKANG	100-100/200



LOWER GROUND FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

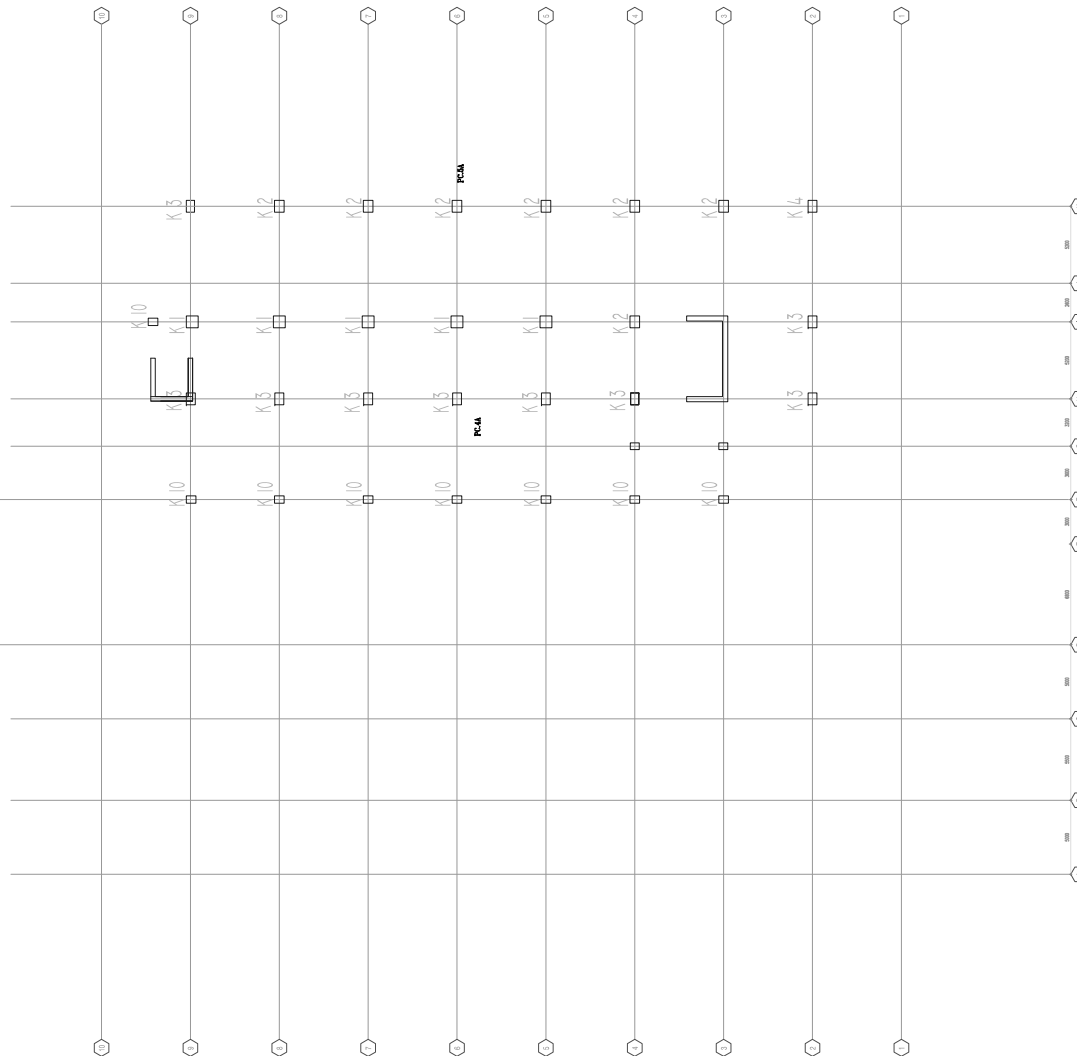
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

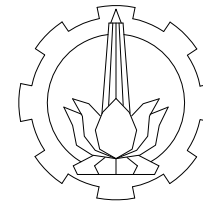
01

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1				K-2				K-3				K-4				K-6			
		Dimensi				Dimensi				Dimensi				Dimensi				Dimensi			
		Tulangan				Tulangan				Tulangan				Tulangan				Tulangan			
		Pengikat				Pengikat				Pengikat				Pengikat				Pengikat			
30	30	22 D25				20 D25				20 D25				20 D25				16 D16			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
30	30	22 D16				16 D16				16 D16				12 D16				12 D16			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			



GROUND FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

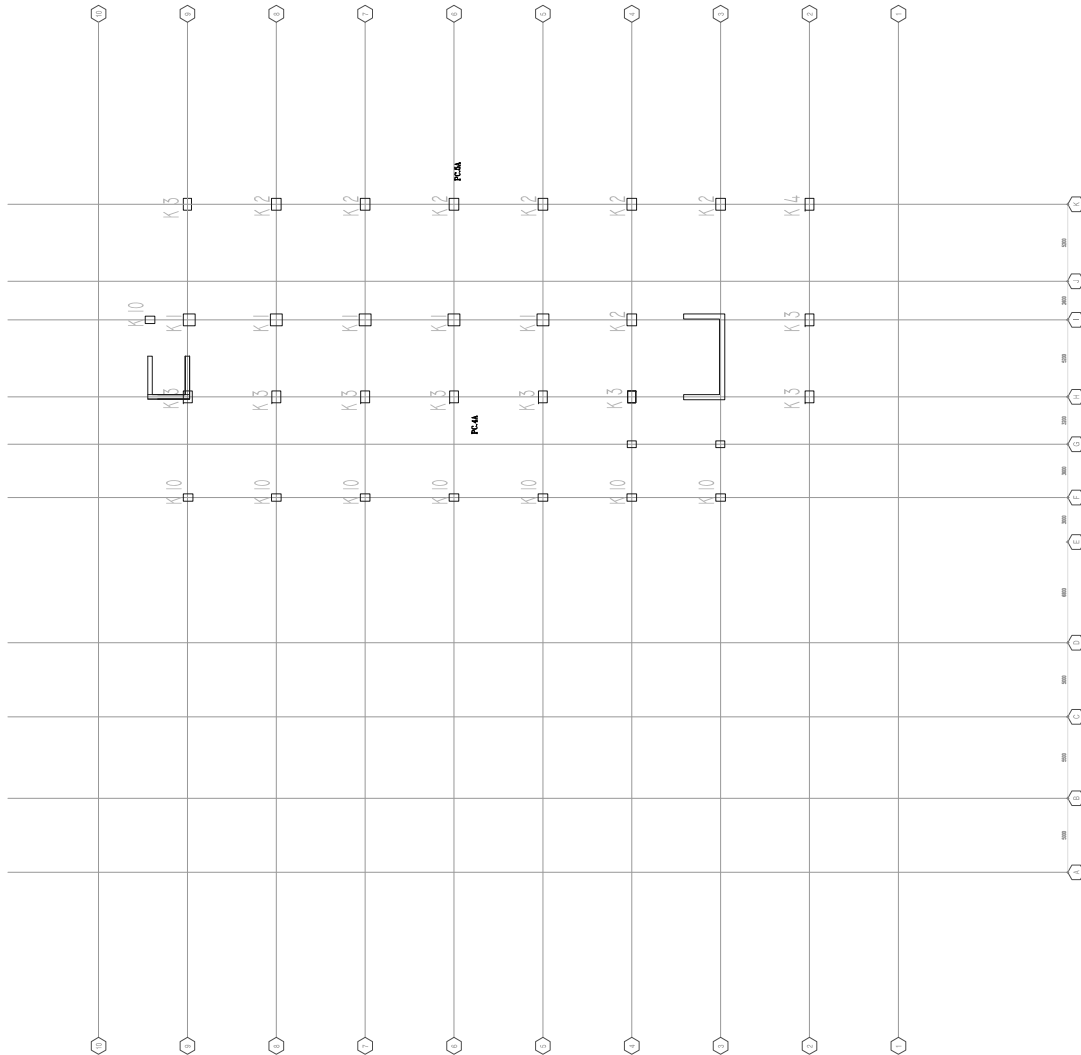
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

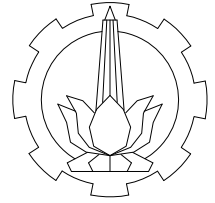
02

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1				K-2				K-3				K-4				K-6			
		DIMENSI				DIMENSI				DIMENSI				DIMENSI				DIMENSI			
		TULANGAN				TULANGAN				TULANGAN				TULANGAN				TULANGAN			
		PENGIKAT				PENGIKAT				PENGIKAT				PENGIKAT				PENGIKAT			
30	30	16 D16				16 D16				16 D16				16 D16				16 D16			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
30	30	12 D16				12 D16				12 D16				12 D16				12 D16			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			



1ST FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

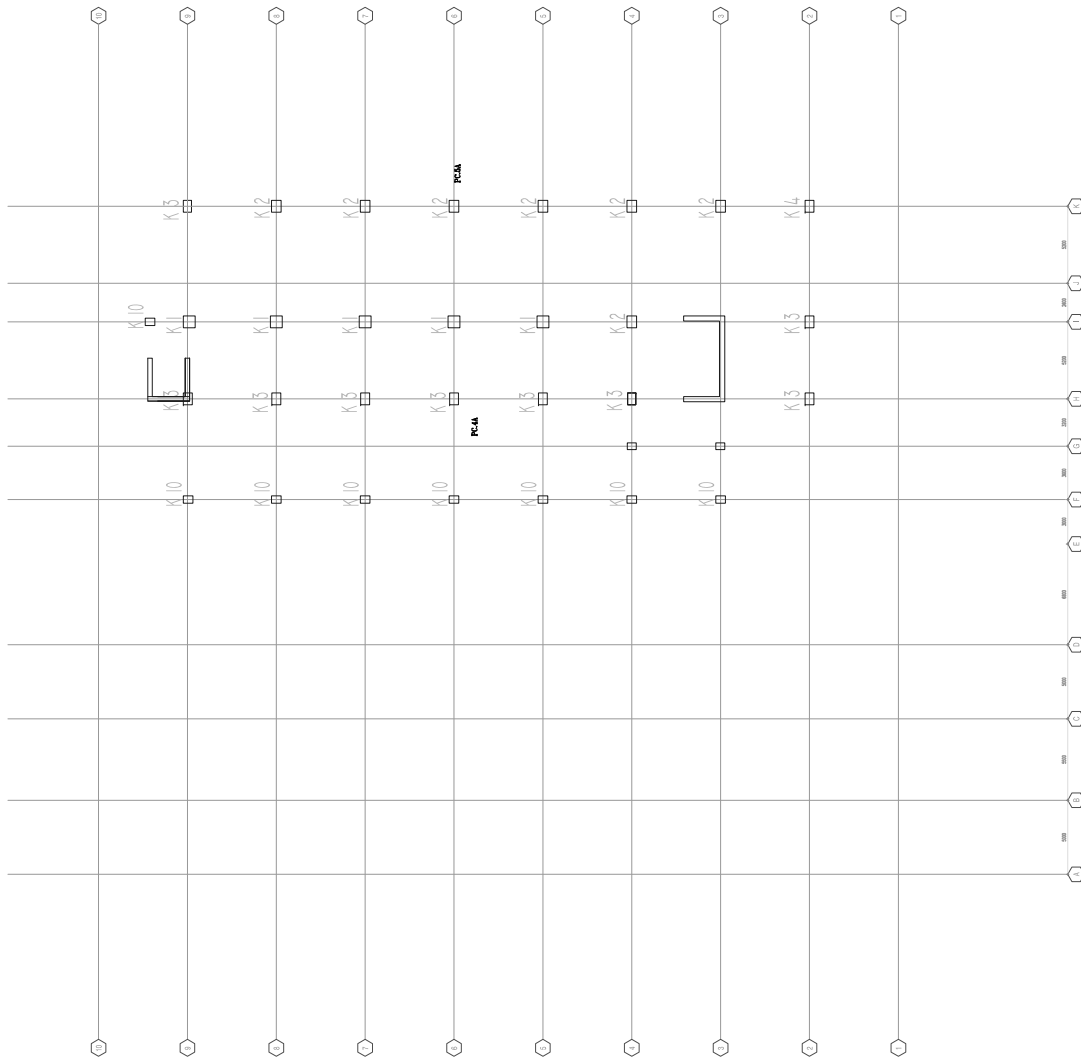
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

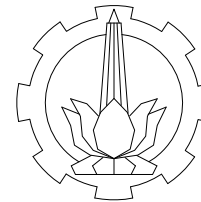
DSTR

03

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1			K-2			K-3			K-4			K-6		
		DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450
		TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	22 D25	20 D25
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-7			K-8			K-9			K-10			K-11		
		DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200



2ND FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

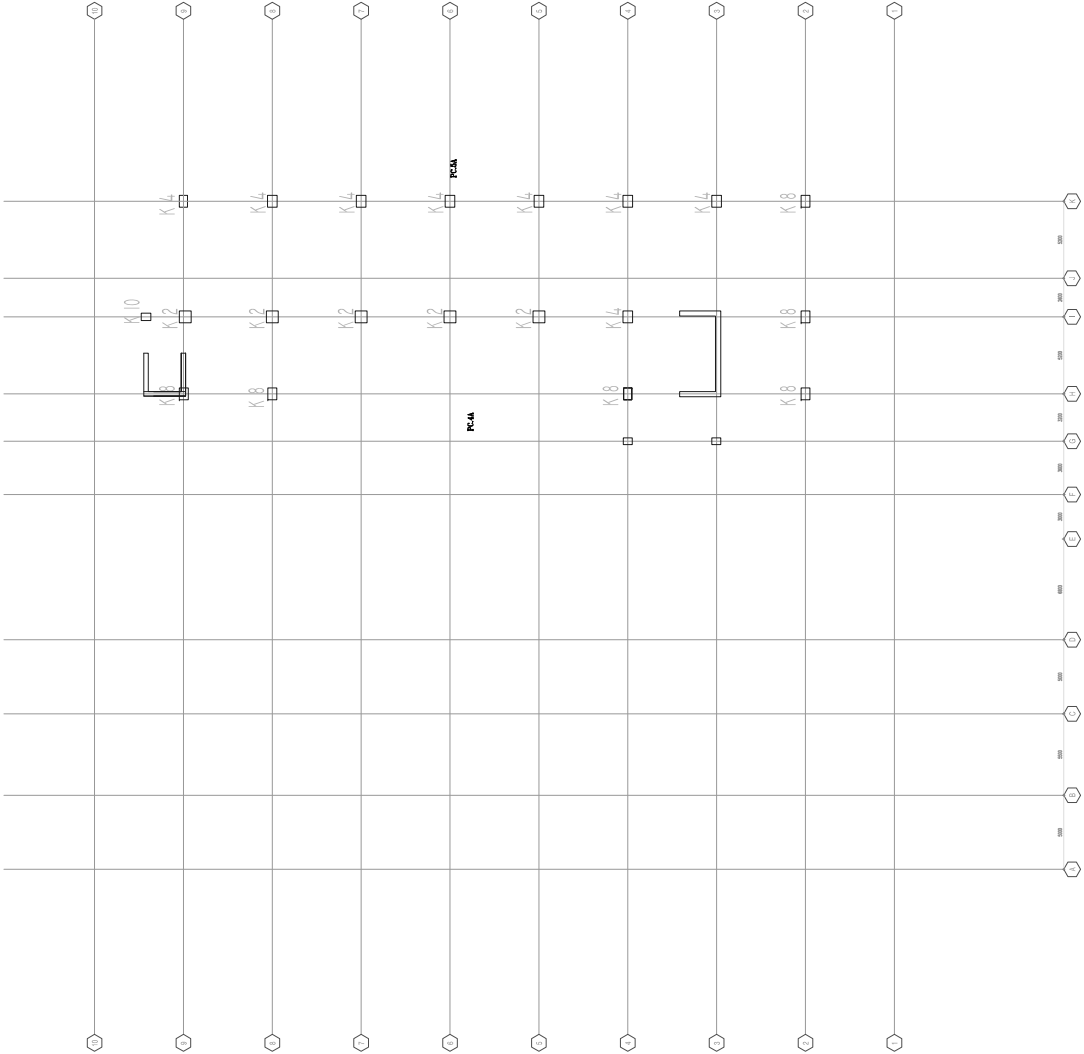
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

04

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1		K-2		K-3		K-4		K-6	
		DIMENSI	150x450	150x450	150x450	150x450	200x450	200x450	200x450	300x250	300x250
		TULANGAN	22 D25	20 D25	20 D25	20 D25	20 D25	20 D25	16 D16	16 D16	16 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-7		K-8		K-9		K-10		K-11	
		DIMENSI	400x400	400x400	400x400	400x400	300x450	300x450	300x450	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	18 D22	18 D22	16 D16	12 D16	12 D16	12 D16	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200



3RD FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002
Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

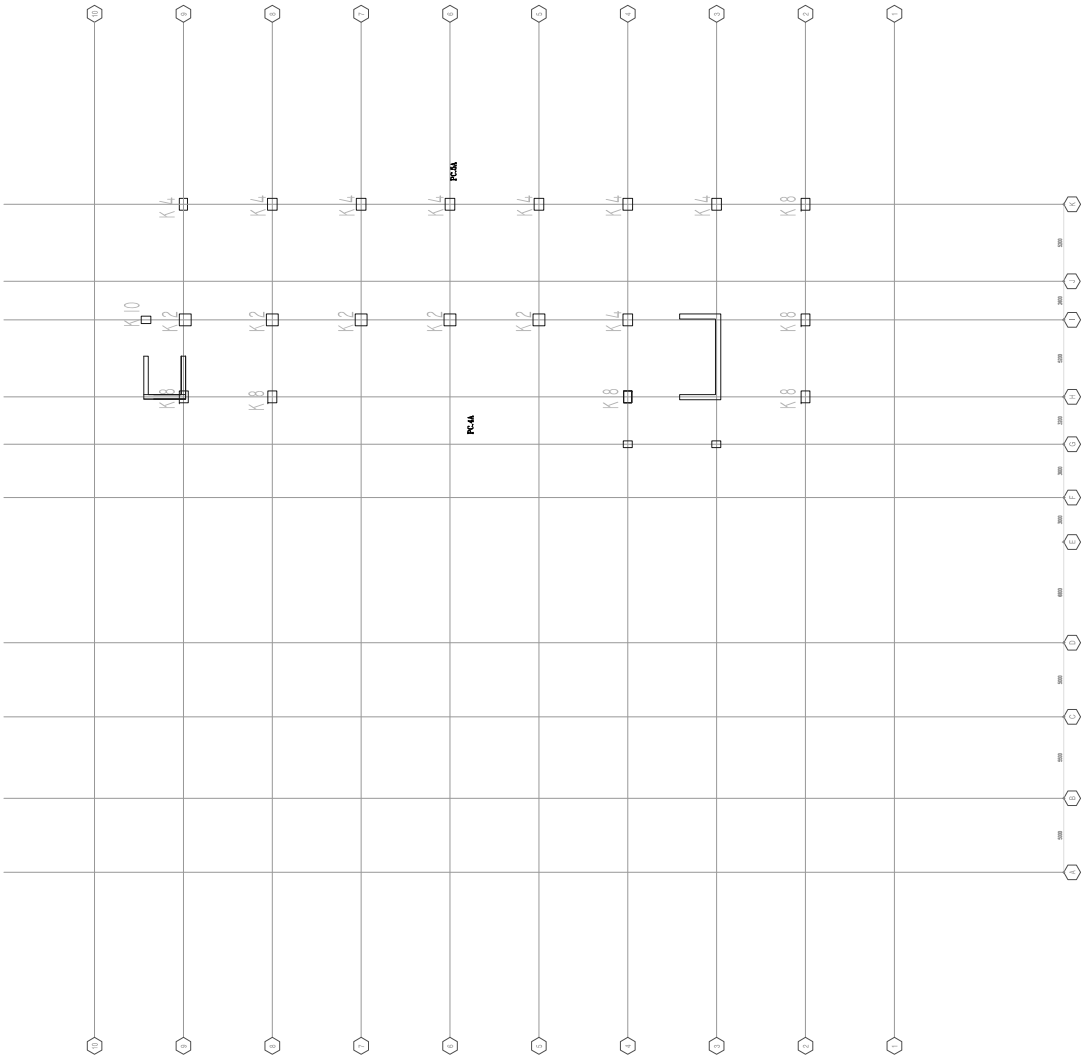
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

05

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1		K-2		K-3		K-4		K-6	
		DIMENSI	150x450	150x450	150x450	150x450	150x450	200x450	200x450	300x250	300x250
		TULANGAN	22 D25	20 D25	20 D25	20 D25	20 D25	20 D25	16 D16	16 D16	16 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-7		K-8		K-9		K-10		K-11	
		DIMENSI	400x400	400x400	400x400	400x400	400x400	300x450	300x450	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	18 D22	18 D22	16 D16	12 D16	12 D16	12 D16	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200	010-100/200



5TH FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

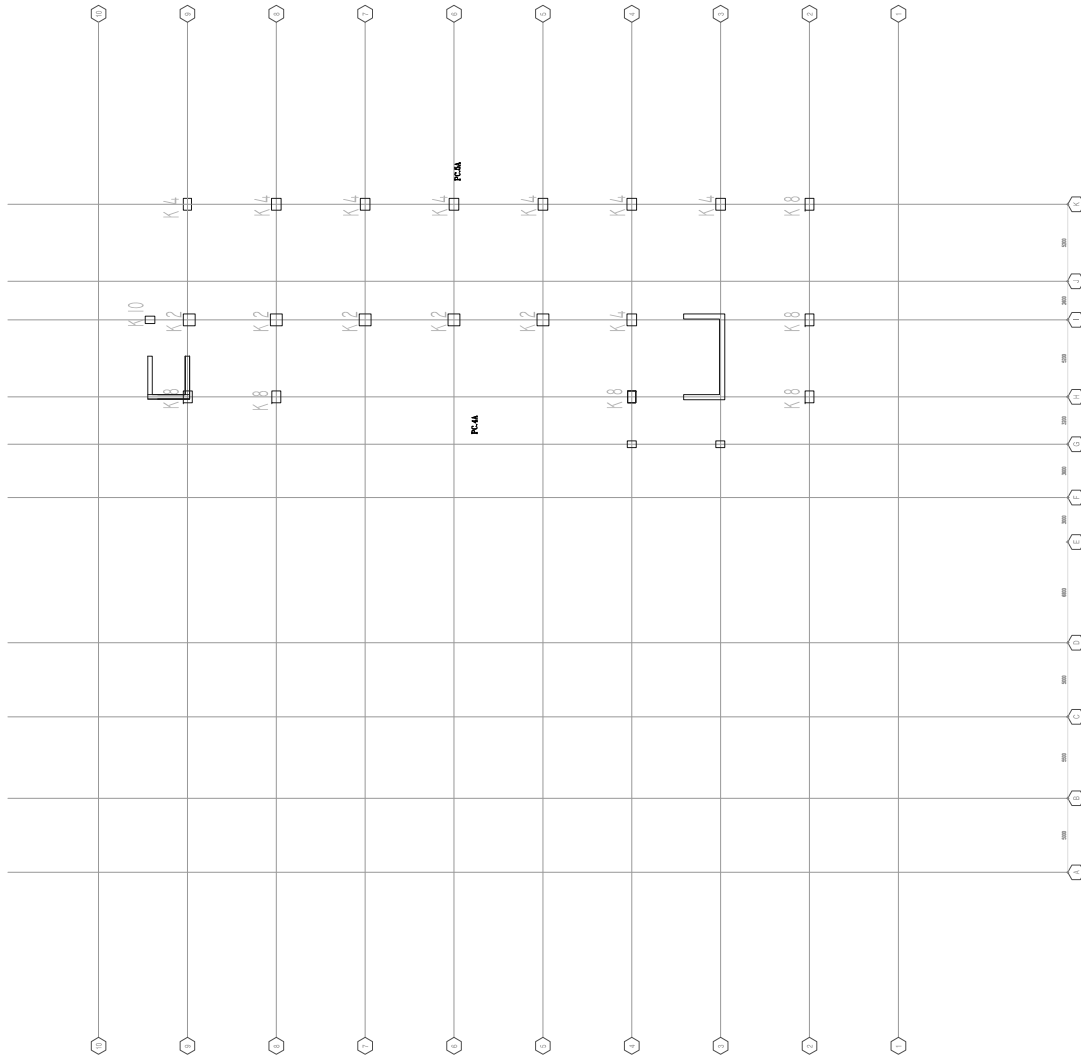
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

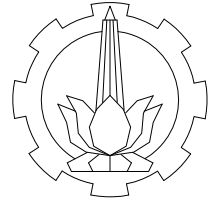
06

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1			K-2			K-3			K-4			K-6		
		DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450	DIMENSI	150x450	150x450
		TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	20 D25	20 D25	TULANGAN	20 D25	20 D25	TULANGAN	20 D25	20 D25	TULANGAN	16 D16	16 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-7			K-8			K-9			K-10			K-11		
		DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200



6TH FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

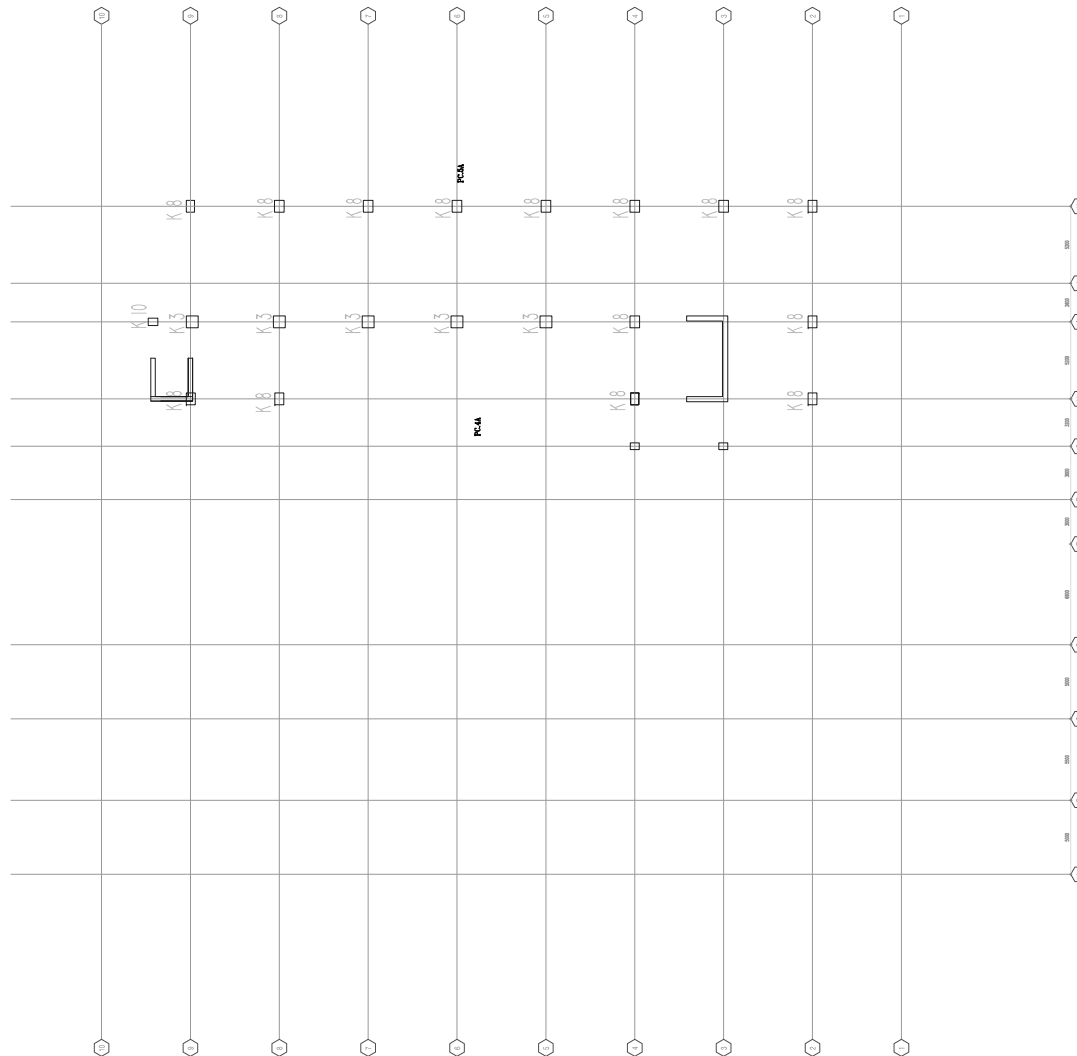
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

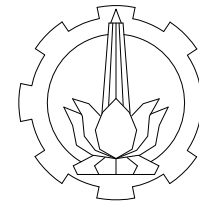
07

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1				K-2				K-3				K-4				K-6			
		Dimensi				Dimensi				Dimensi				Dimensi				Dimensi			
		Tulangan				Tulangan				Tulangan				Tulangan				Tulangan			
		Sengkang				Sengkang				Sengkang				Sengkang				Sengkang			
		Pengikat				Pengikat				Pengikat				Pengikat				Pengikat			
30	MUTU BETON f_c (MPa)	400x600				400x600				400x600				400x600				400x600			
		22 D25				22 D25				22 D25				22 D25				22 D25			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
30	MUTU BETON f_c (MPa)	400x400				400x400				400x400				400x400				400x400			
		12 D16				12 D16				12 D16				12 D16				12 D16			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			
		100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200				100-100/200			



7TH FLOOR

SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

1 : 350

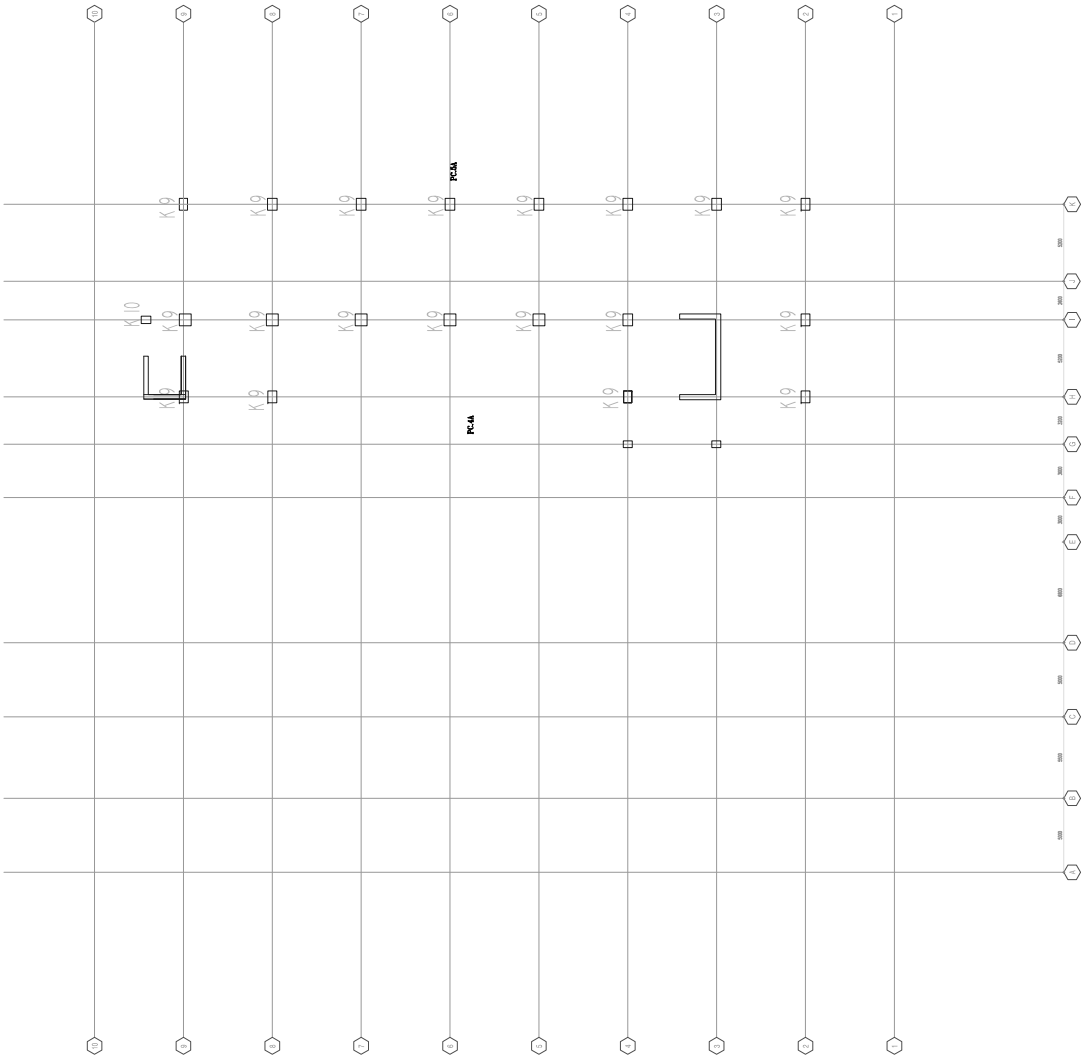
KODE GAMBAR

NO LEMBAR

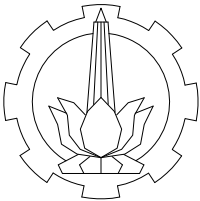
DSTR

08

MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-1			K-2			K-3			K-4			K-6		
		DIMENSI	400x400	180x400	DIMENSI	400x400	180x400	DIMENSI	400x400	180x400	DIMENSI	400x400	180x400	DIMENSI	400x400	180x400
		TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	22 D25	20 D25	TULANGAN	20 D25	20 D25	TULANGAN	20 D25	20 D25	TULANGAN	16 D16	16 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-7			K-8			K-9			K-10			K-11		
		DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200
MATERIAL BETON f_c (MPa)	Tipe Tulangan	K-12			K-13			K-14			K-15			K-16		
		DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400	DIMENSI	400x400	400x400
		TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16	TULANGAN	12 D16	12 D16
		SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200	SEKANG	010-100/200	010-100/200



8TH FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002
Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KOLOM

SKALA

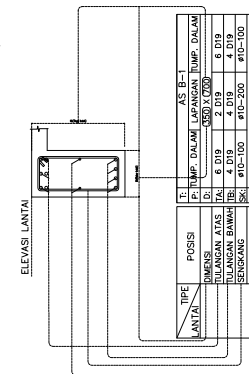
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

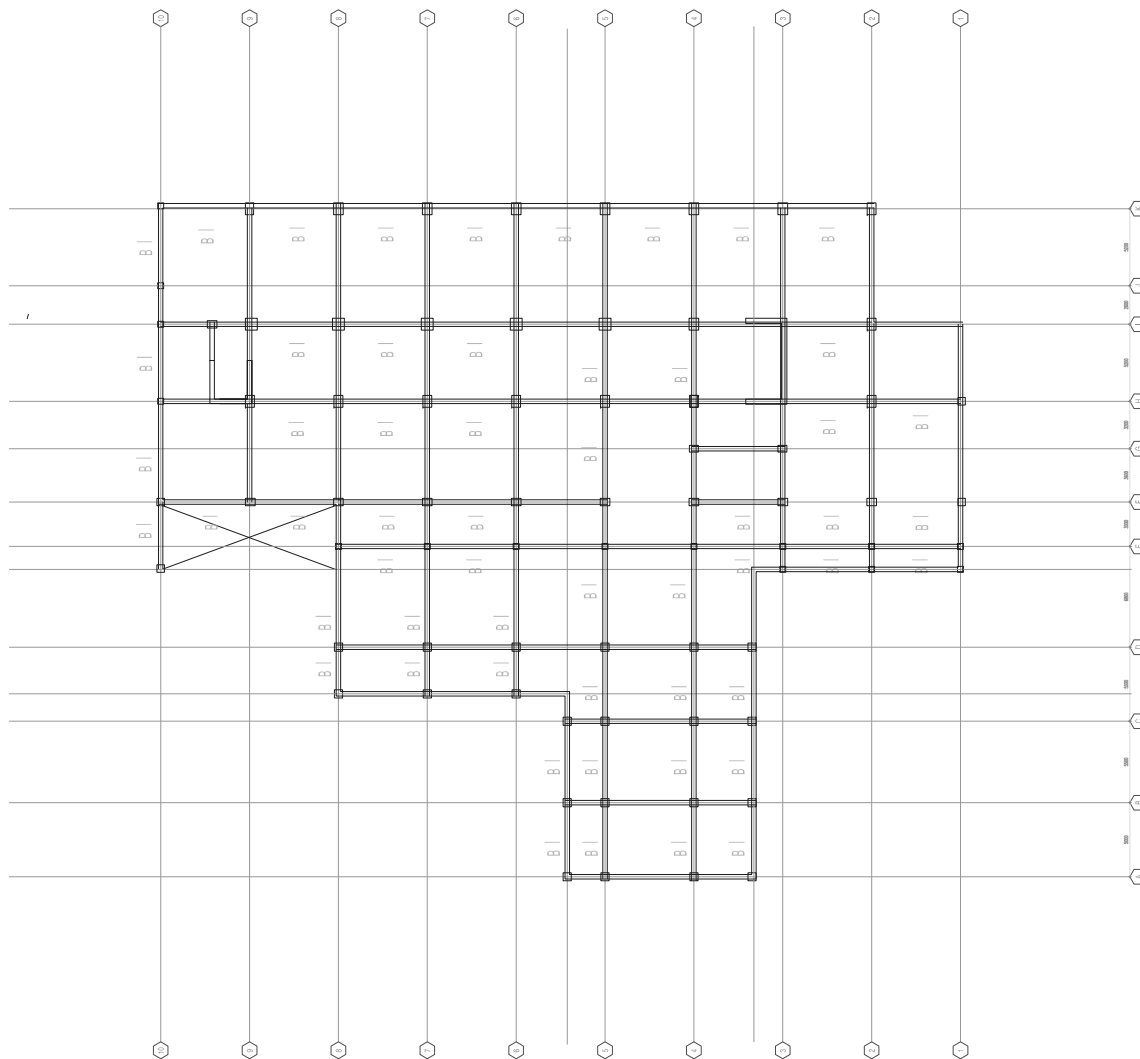
DSTR

09

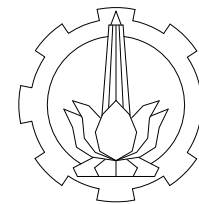
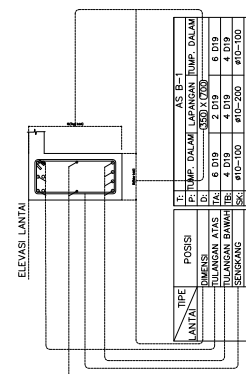


SCALE 1 : 350





GROUND FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

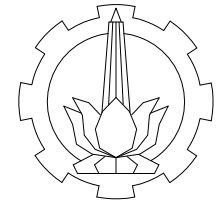
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

11



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

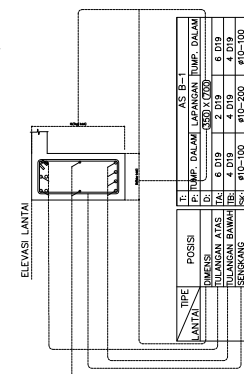
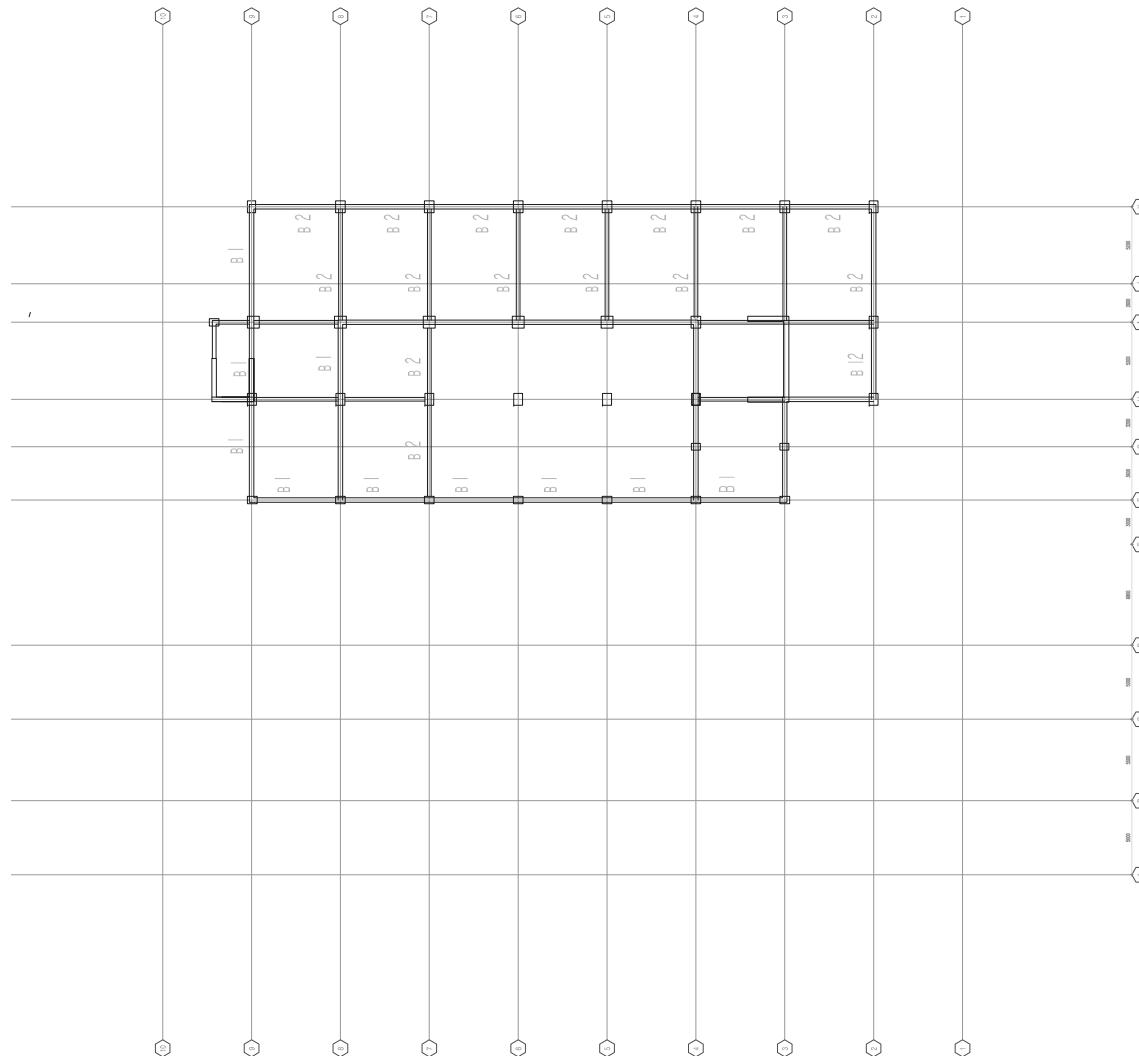
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

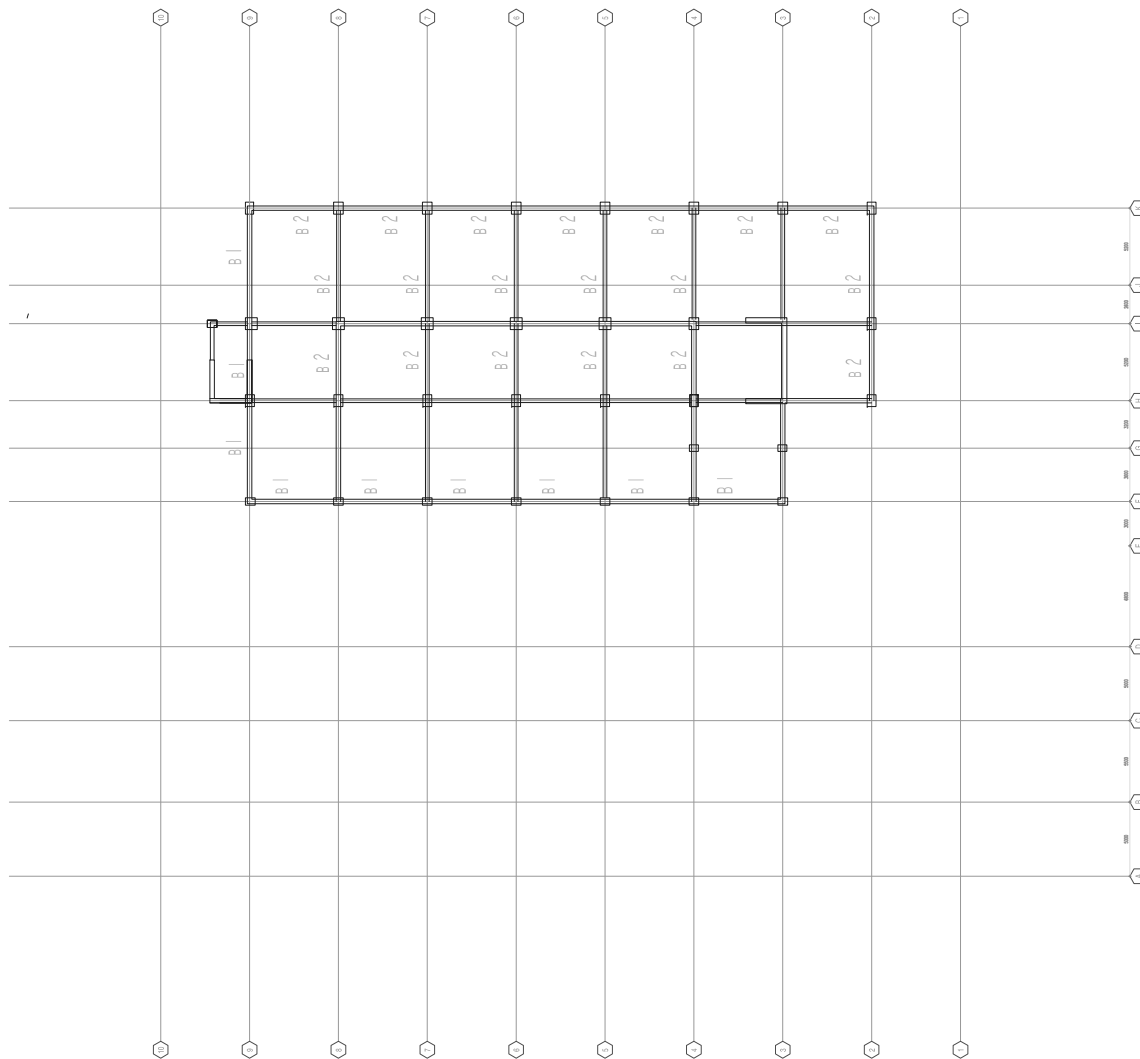
DSTR

12

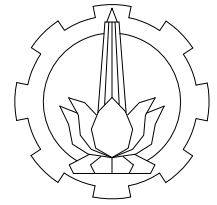
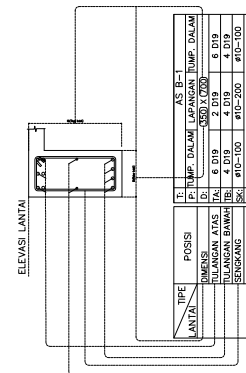


1ST FLOOR

SCALE 1 : 350



2ND FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

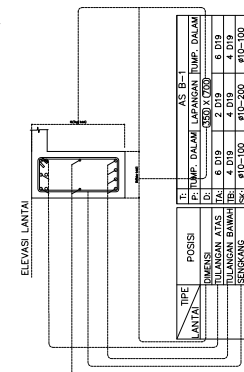
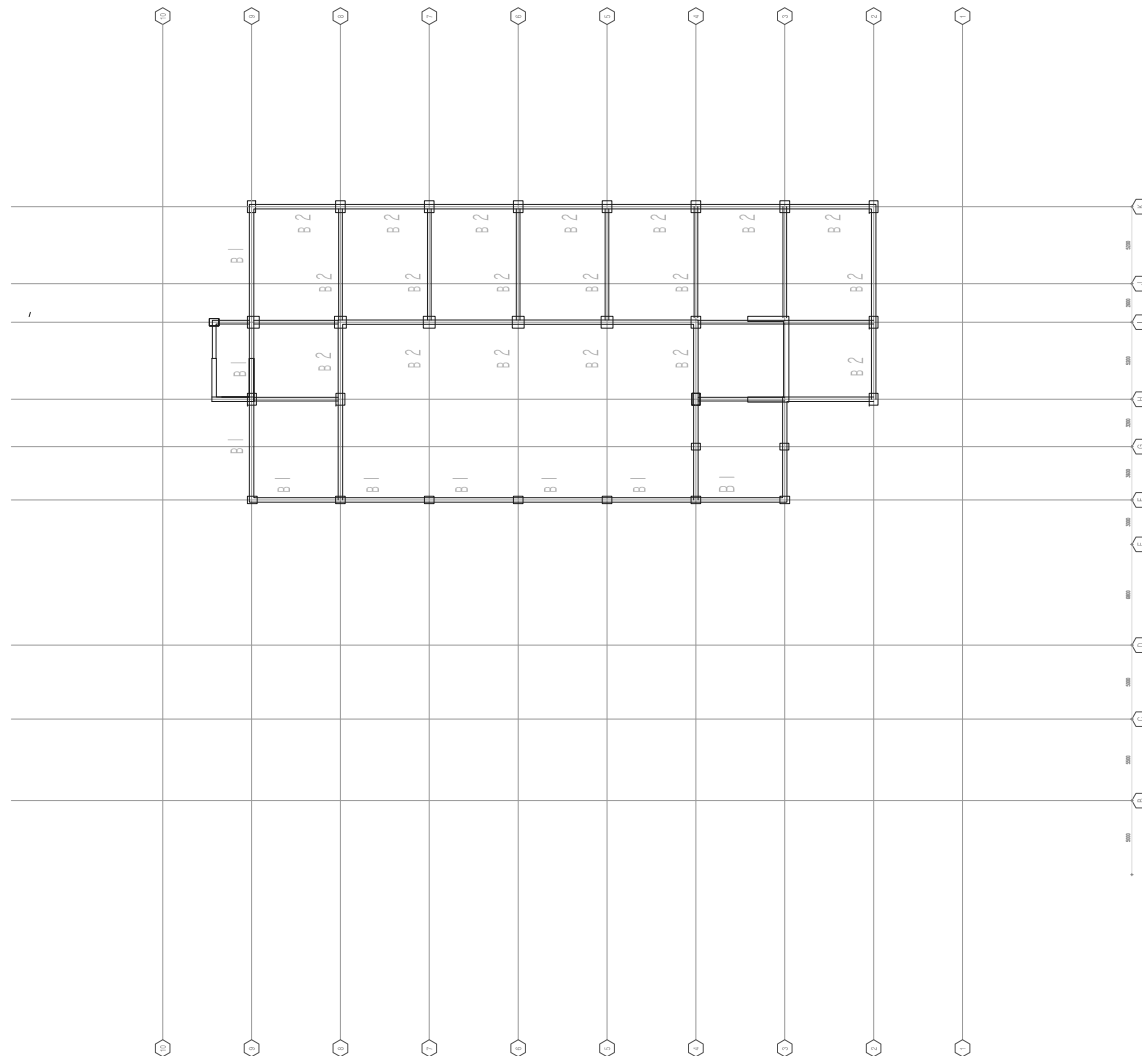
1 : 350

KODE GAMBAR

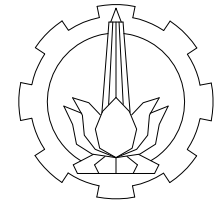
NO LEMBAR

DSTR

13



3RD FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

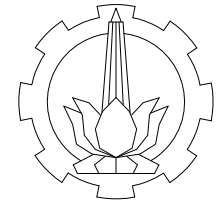
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

14



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

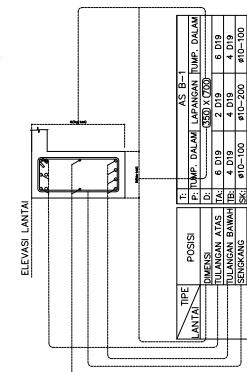
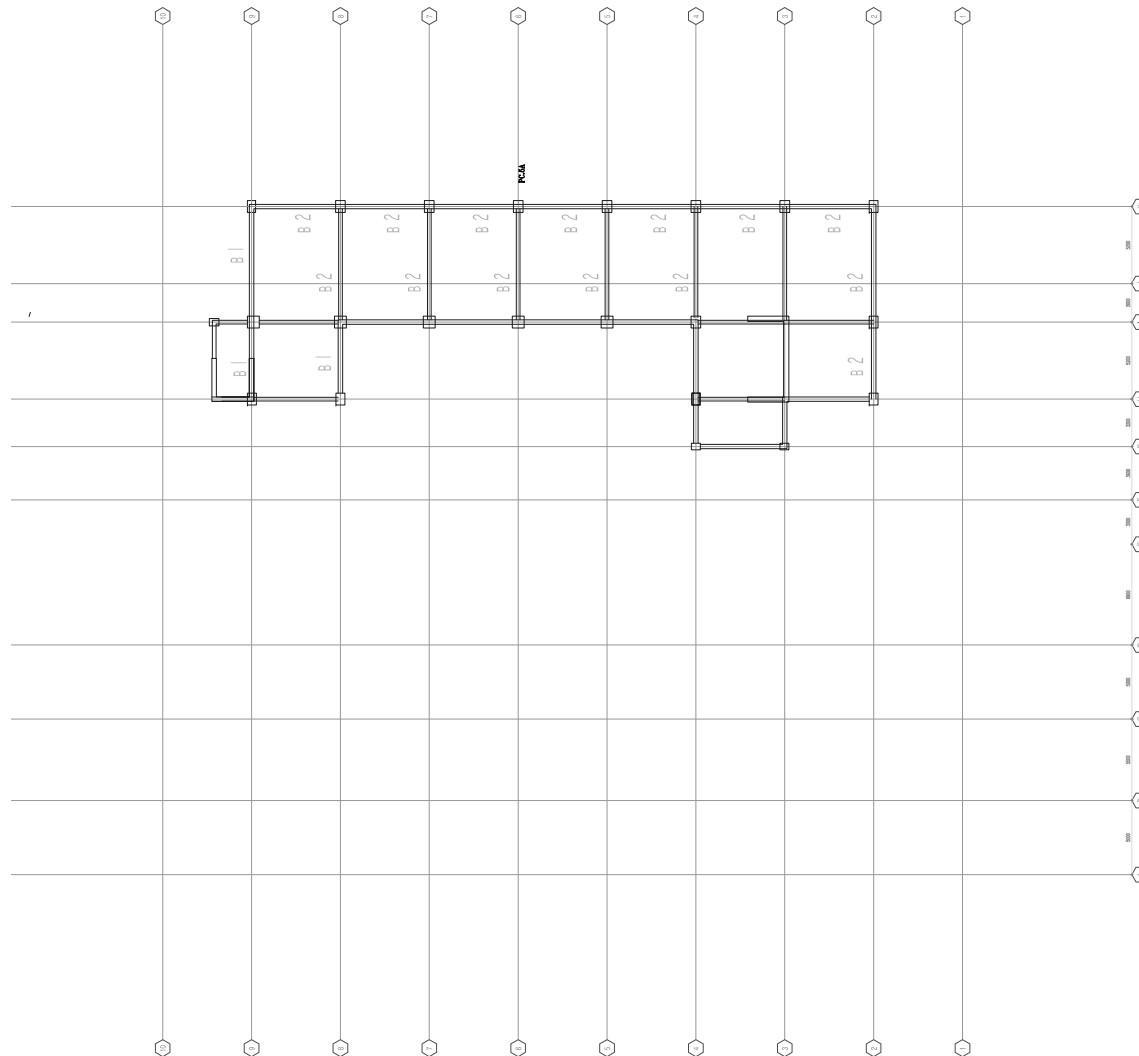
1 : 350

KODE GAMBAR

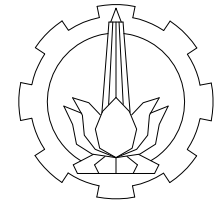
NO LEMBAR

DSTR

15



5TH FLOOR
SCALE
1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

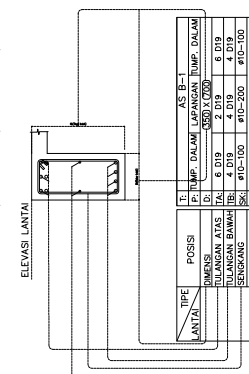
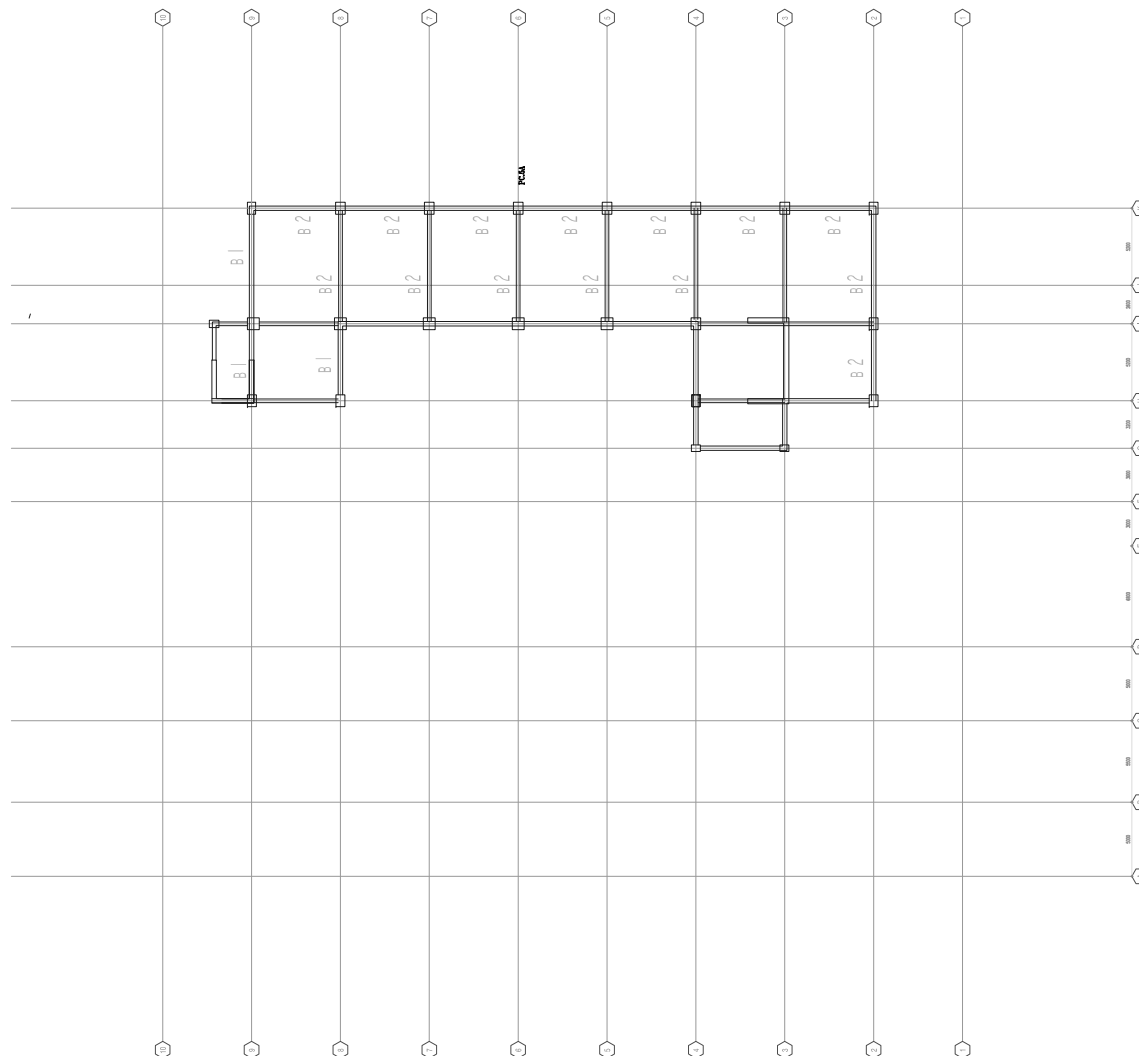
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

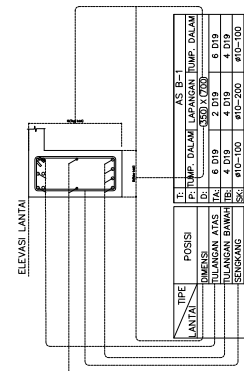
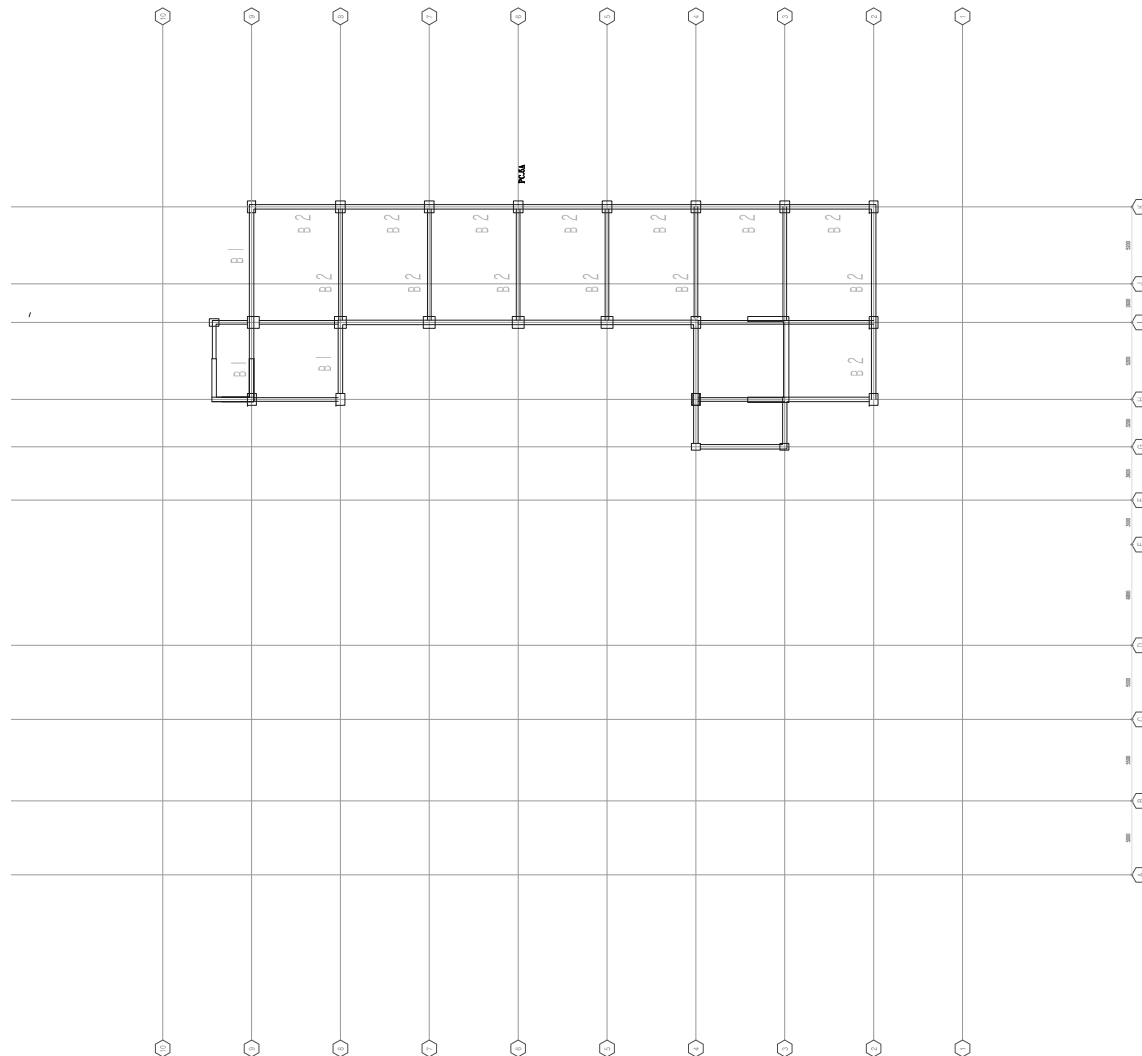
DSTR

16

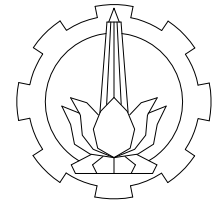


6TH FLOOR

SCALE 1 : 350



7TH FLOOR
SCALE 1 : 350



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

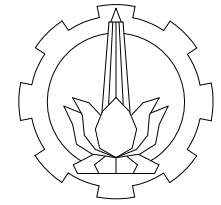
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

DSTR

17



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

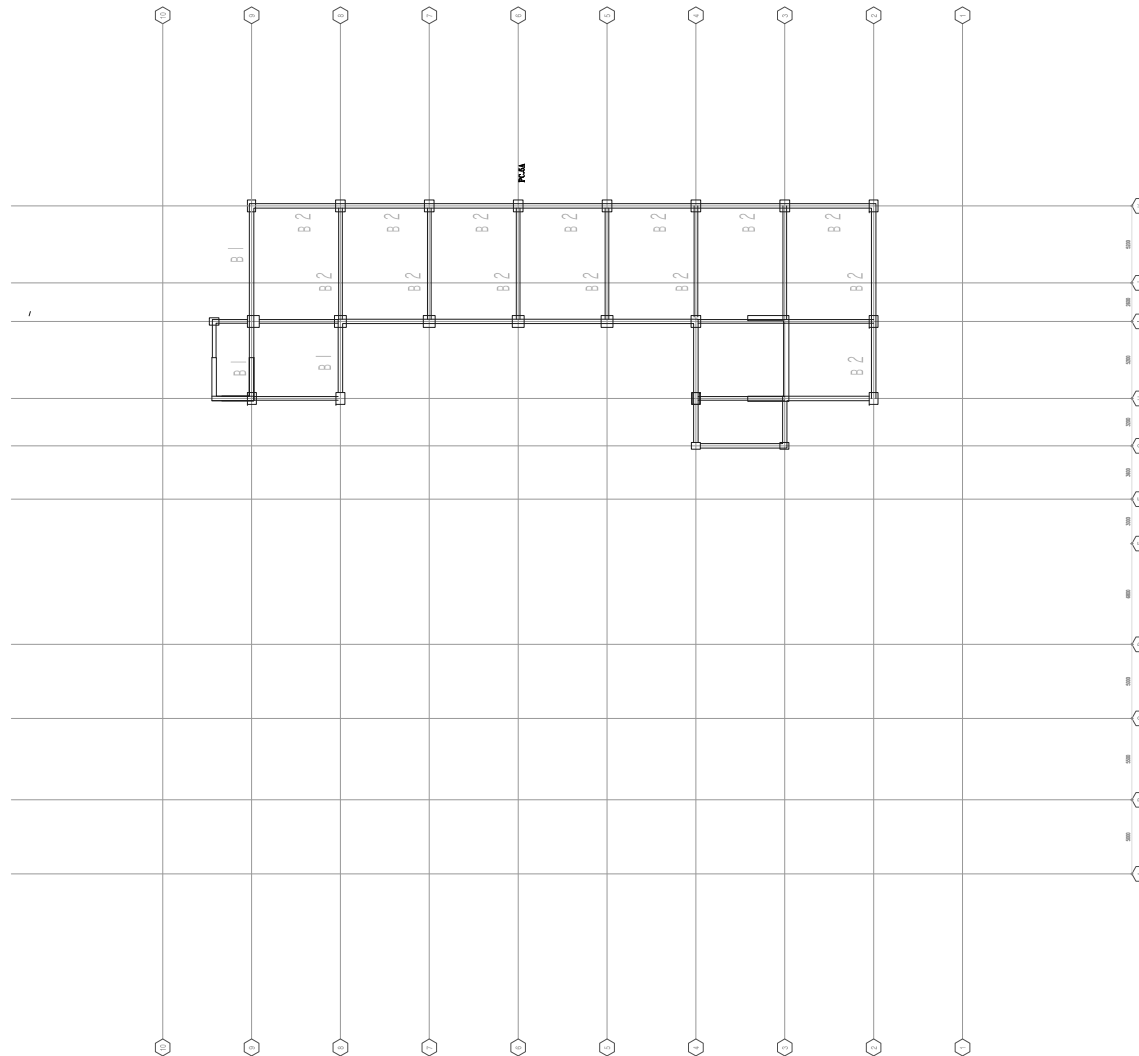
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

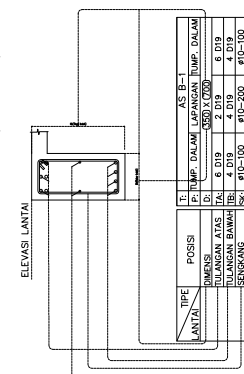
DSTR

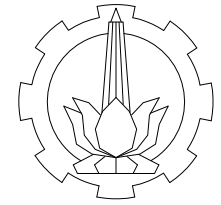
18



8TH FLOOR

SCALE 1 : 350





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN DSTRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH BALOK

SKALA

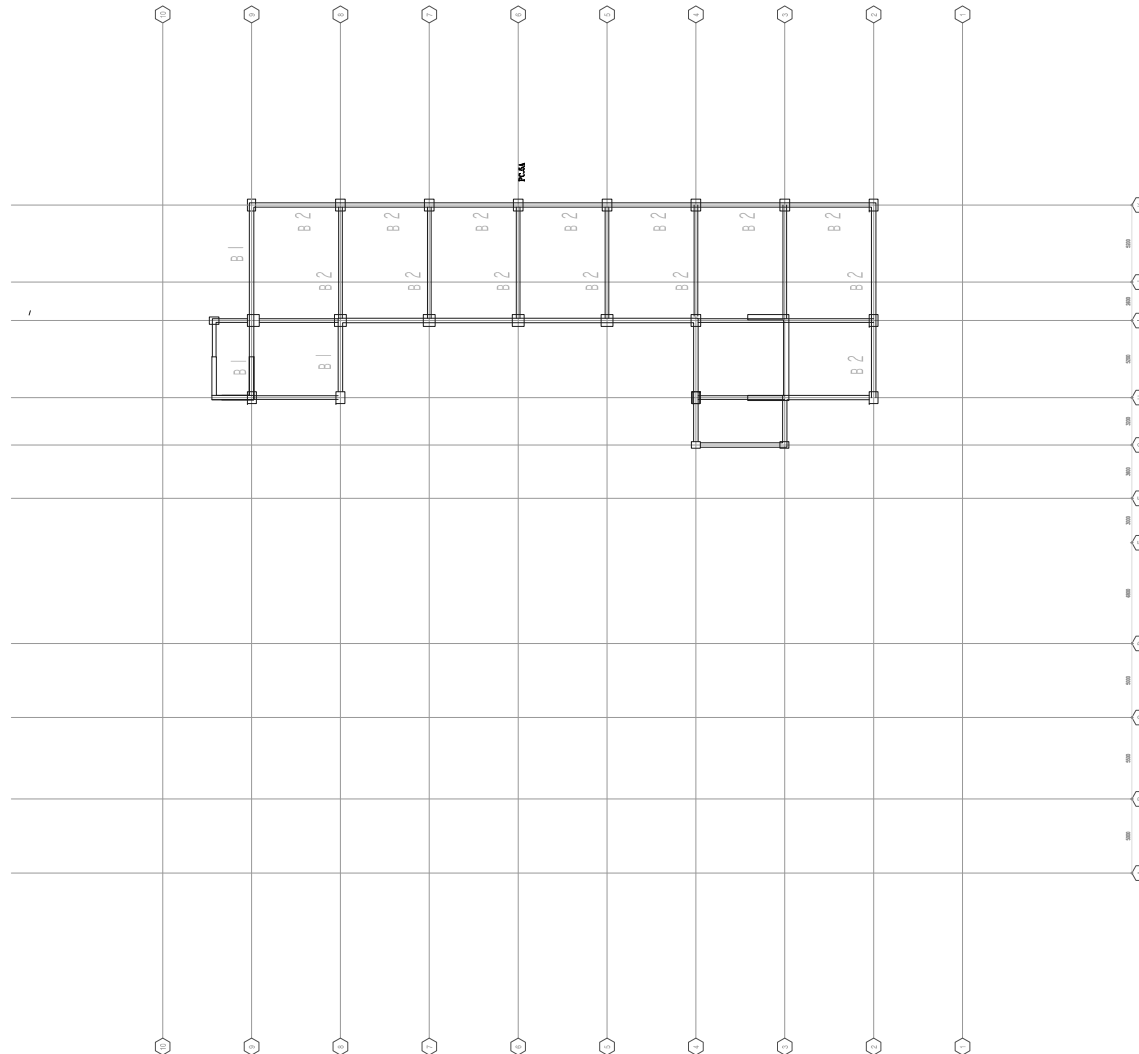
1 : 350

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

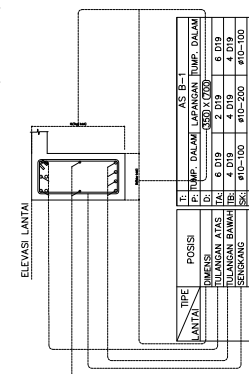
DSTR

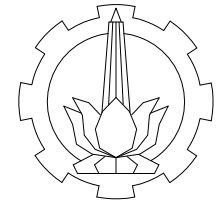
19



9TH FLOOR

SCALE 1 : 350





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POSISI TENDON PLAT PRATEKAN LT.3

SKALA

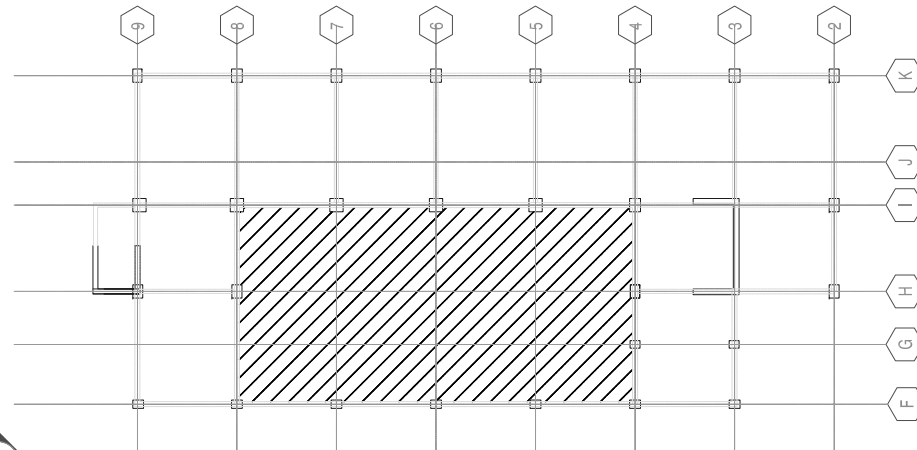
1 : 50

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

STR

01



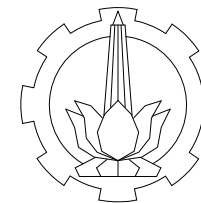
72@300

12000

24000

36@300

POSISI LETAK TENDON
LT.3 TAMPAK ATAS
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A TENDON PLAT
PRATEKAN LT.3

SKALA

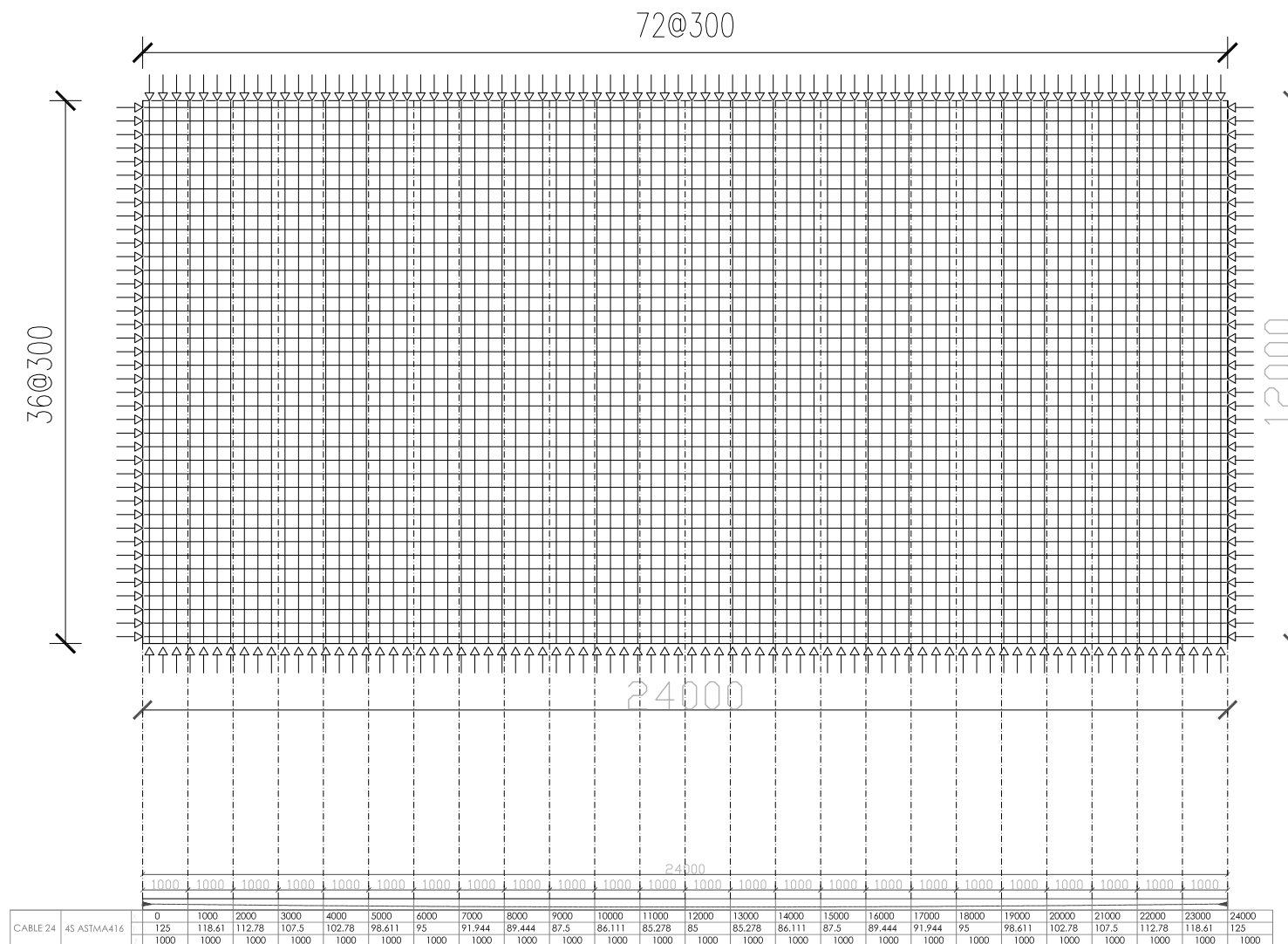
1 : 50

KODE GAMBAR

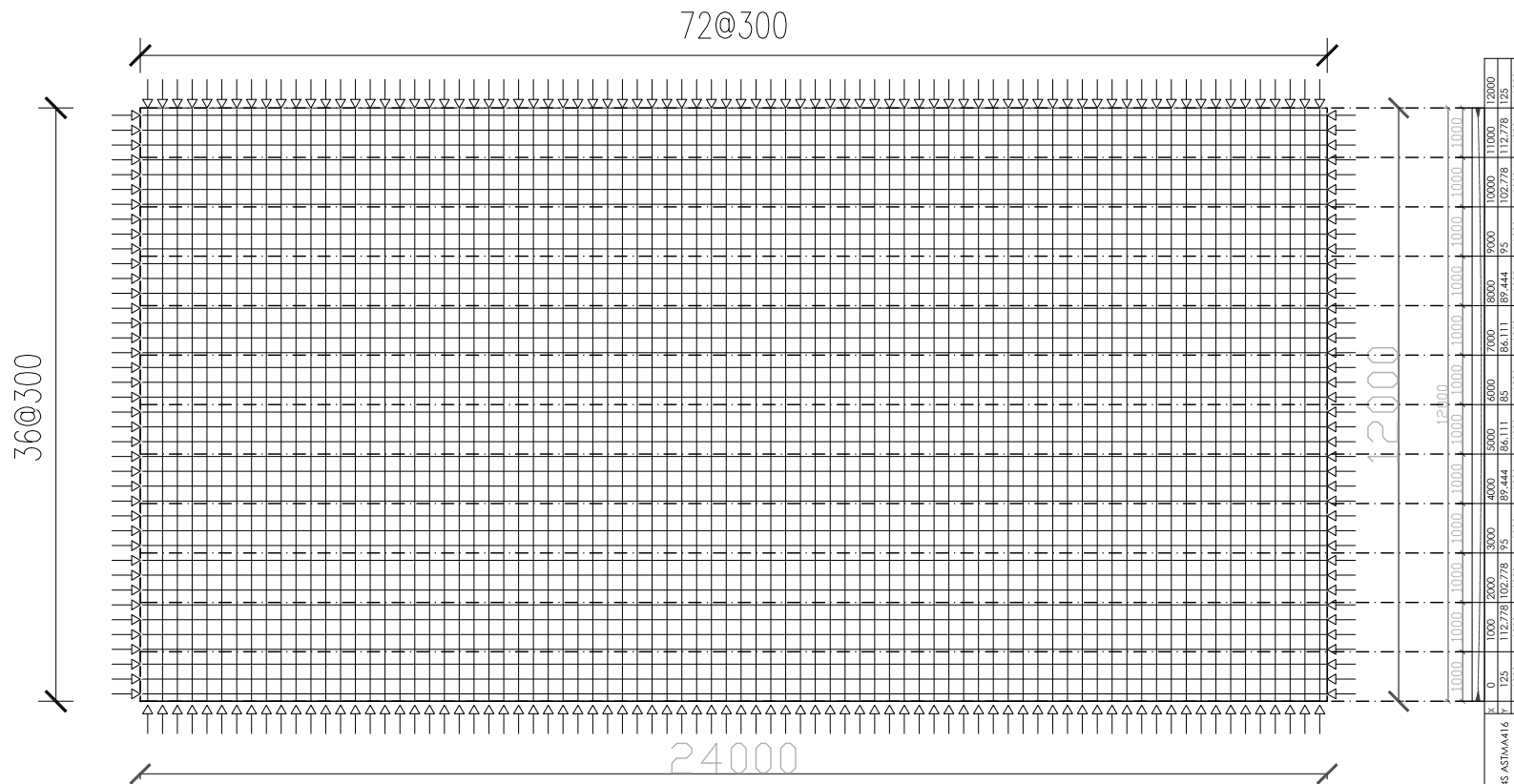
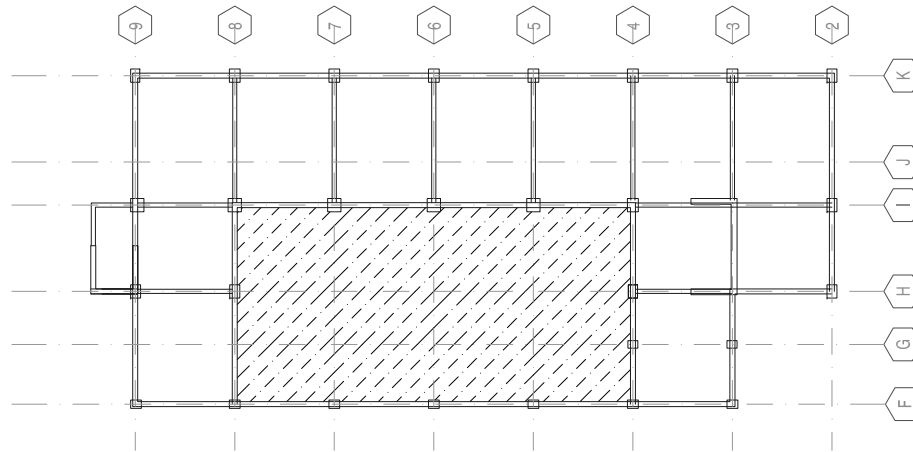
NO LEMBAR

STR

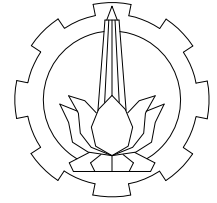
02



POTONGAN A-A TENDON 24 METER
SCALE 1 : 200



POTONGAN B-B TENDON 12 METER
SCALE 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN B-B TENDON PLAT
PRATEKAN LT.3

SKALA

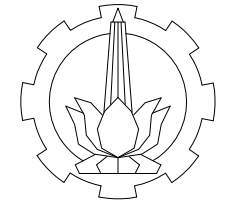
1 : 50

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

STR

03



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POSISI DAN POTONGAN TENDON
PLAT PRATEKAN LT.5-9

SKALA

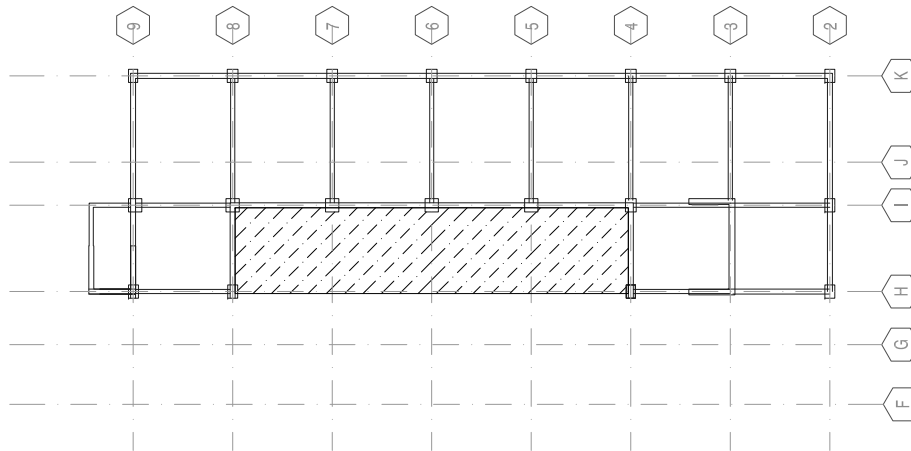
1 : 50

KODE GAMBAR

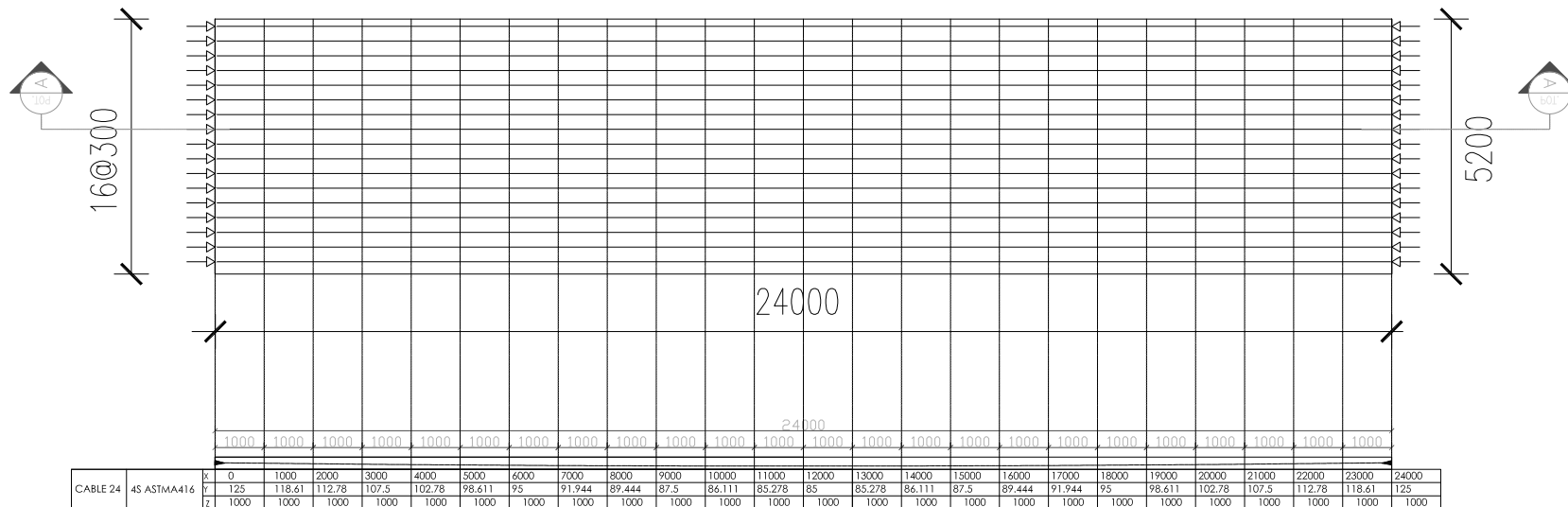
NO LEMBAR

STR

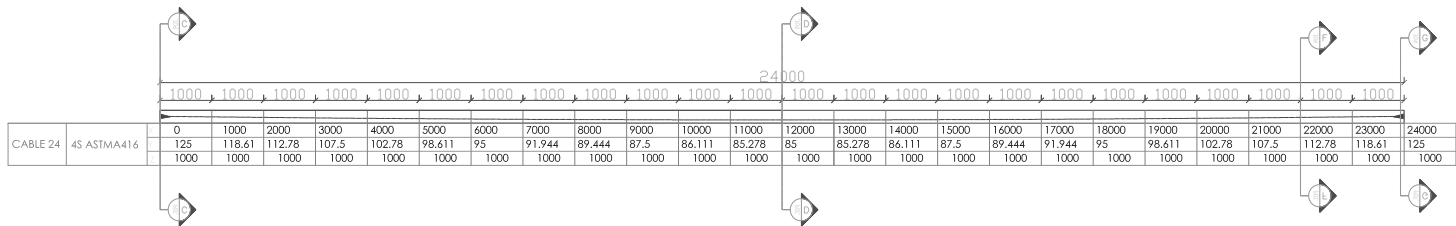
04



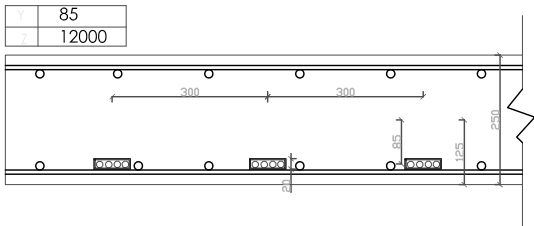
POSISI LETAK TENDON
LT.5-9 TAMPAK ATAS
SCALE 1 : 200



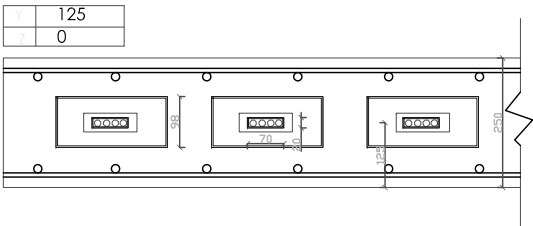
POTONGAN A-A TENDON 24 METER
SCALE 1 : 200



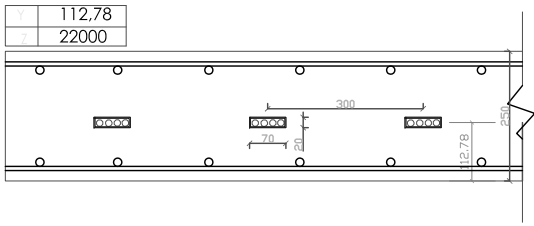
POTONGAN A
POSISI TENDON
SCALE 1 : 200



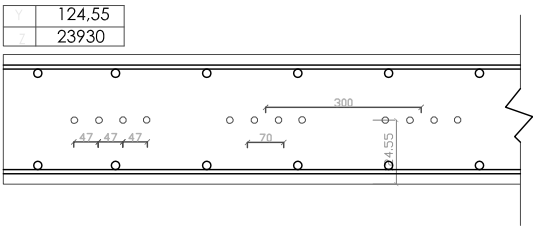
POTONGAN D
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



POTONGAN C
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



POTONGAN E
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



POTONGAN F
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN TENDON 24 METER

SKALA

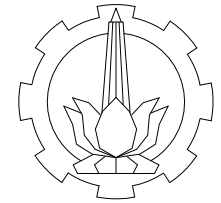
1 : 50

KODE GAMBAR

STR

NO LEMBAR

05



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN TENDON 12 METER

SKALA

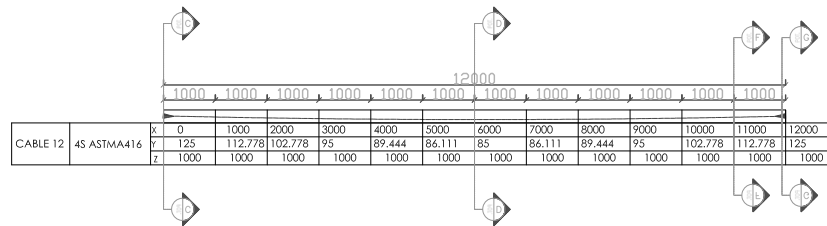
1 : 50

KODE GAMBAR

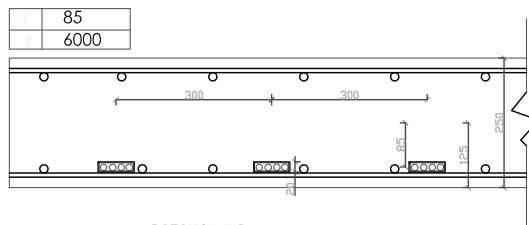
NO LEMBAR

STR

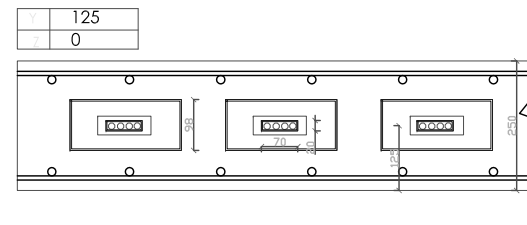
06



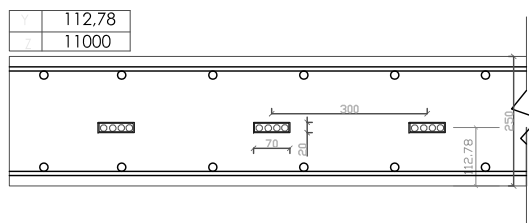
POTONGAN B
POSISI TENDON
SCALE 1 : 200



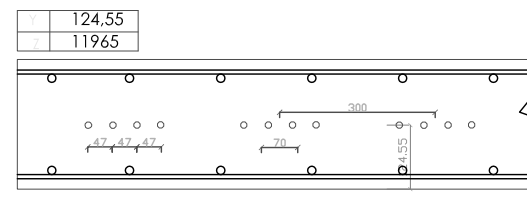
POTONGAN D
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



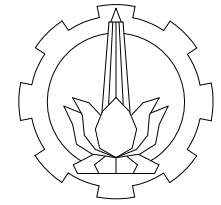
POTONGAN C
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



POTONGAN E
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



POTONGAN F
POSISI TENDON
SCALE 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL ANGKUR AKTIF
DETAIL ANGKUR PASIF

SKALA

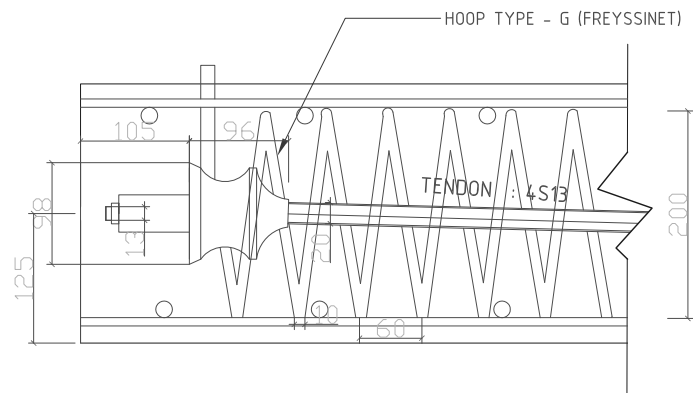
1 : 50

KODE GAMBAR

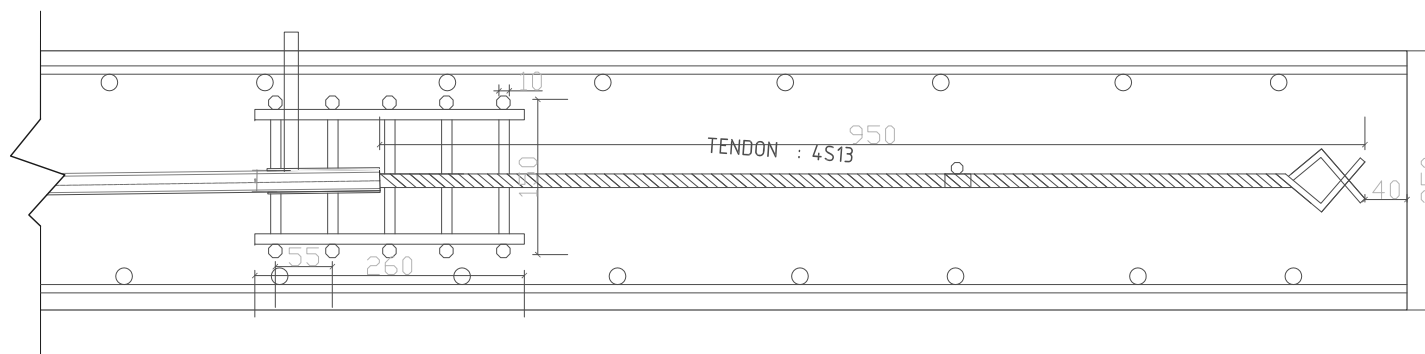
NO LEMBAR

STR

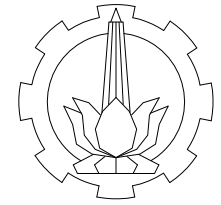
07



DETAIL ANGKUR AKTIF
SENGKANG ANGKUR
SCALE 1 : 10



DETAIL ANGKUR PASIF
SENGKANG ANGKUR
SCALE 1 : 10



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN PLAT A-A

SKALA

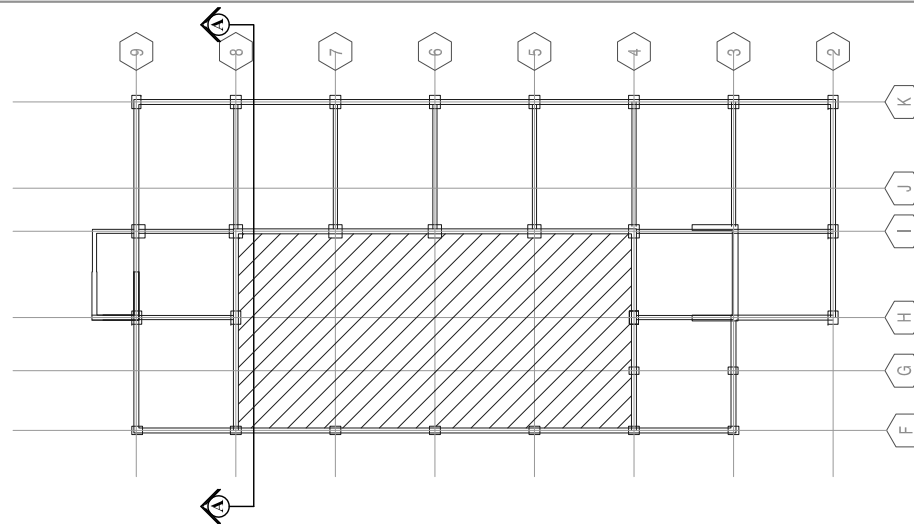
1 : 50

KODE GAMBAR

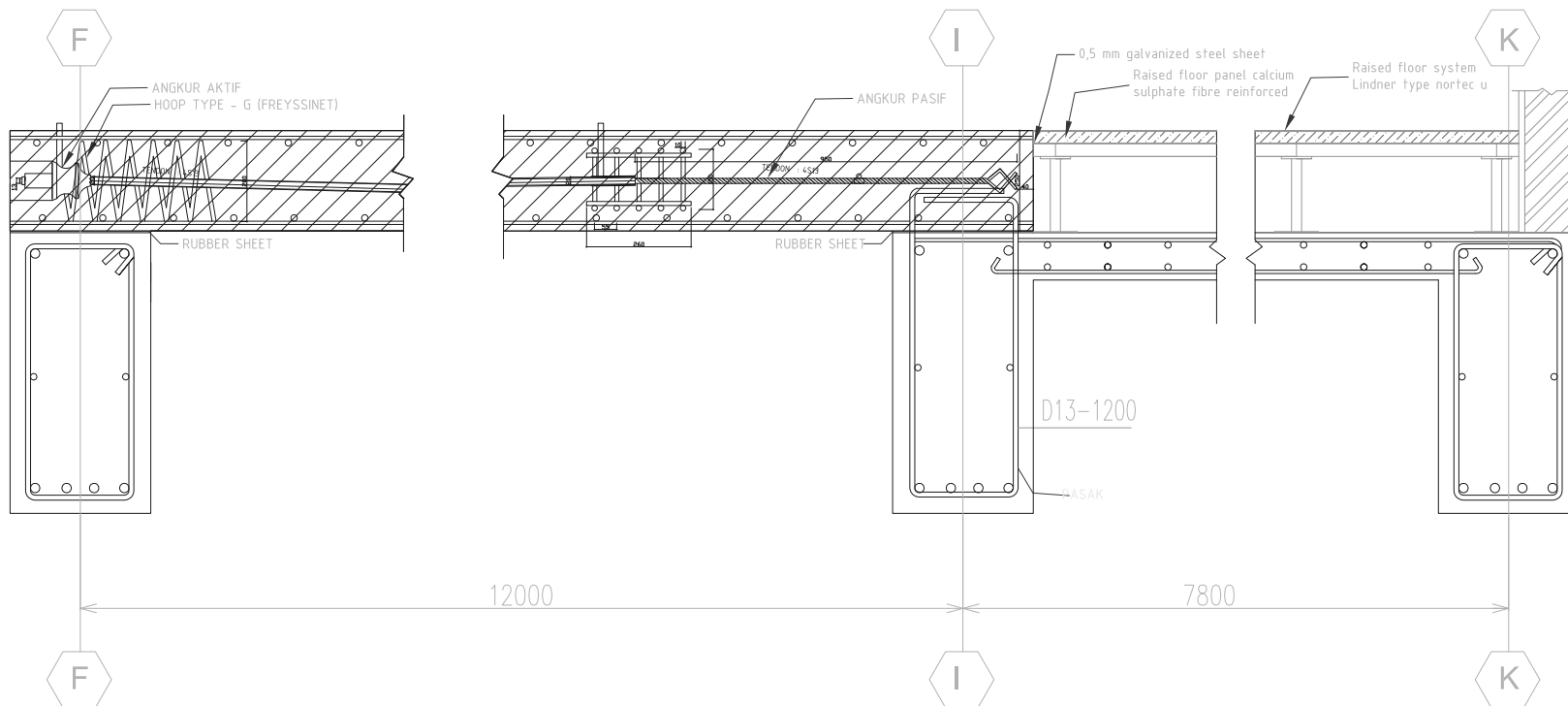
NO LEMBAR

STR

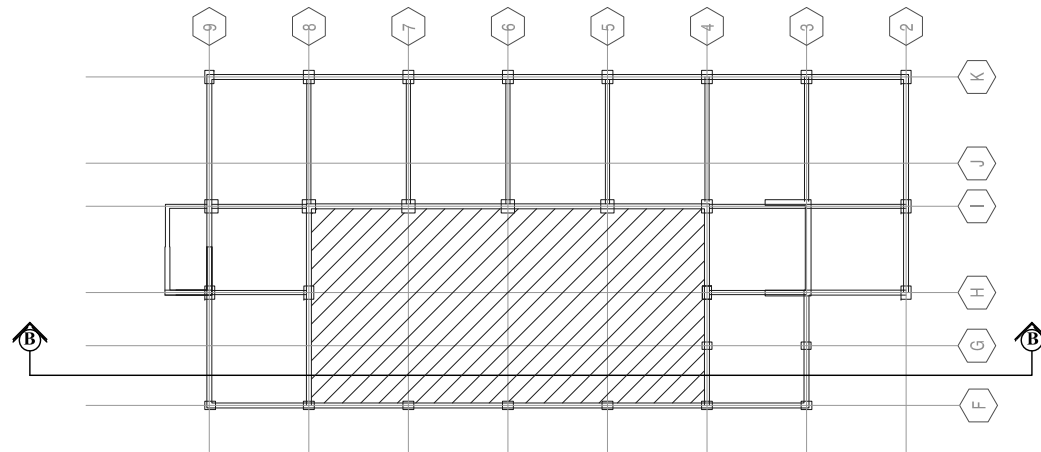
08



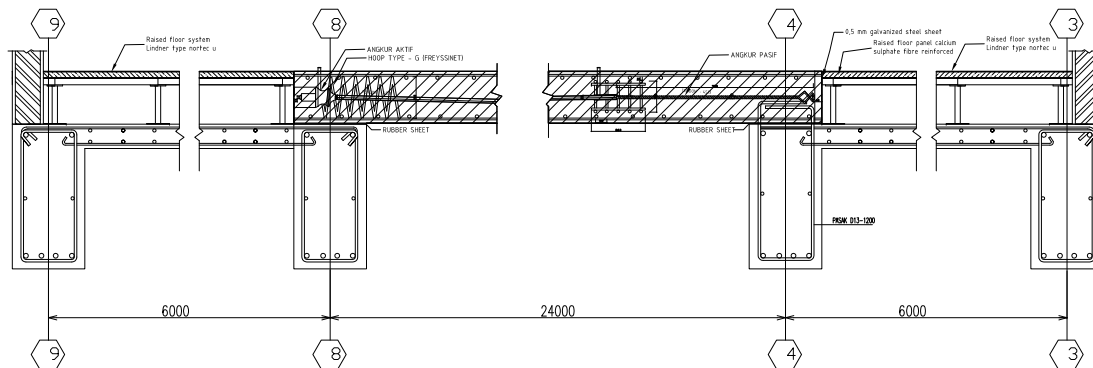
DENAH PLAT LANTAI 3
SKALA 1 : 6,25



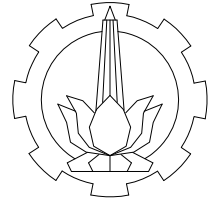
POTONGAN A-A
PLAT DAN BALOK
SCALE 1 : 25



DENAH PLAT LANTAI 3
SKALA 1 : 6,25



POTONGAN B-B
PLAT DAN BALOK
SCALE 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

POTONGAN PLAT B-B

SKALA

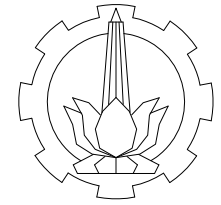
1 : 50

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

STR

09



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL PELAT

SKALA

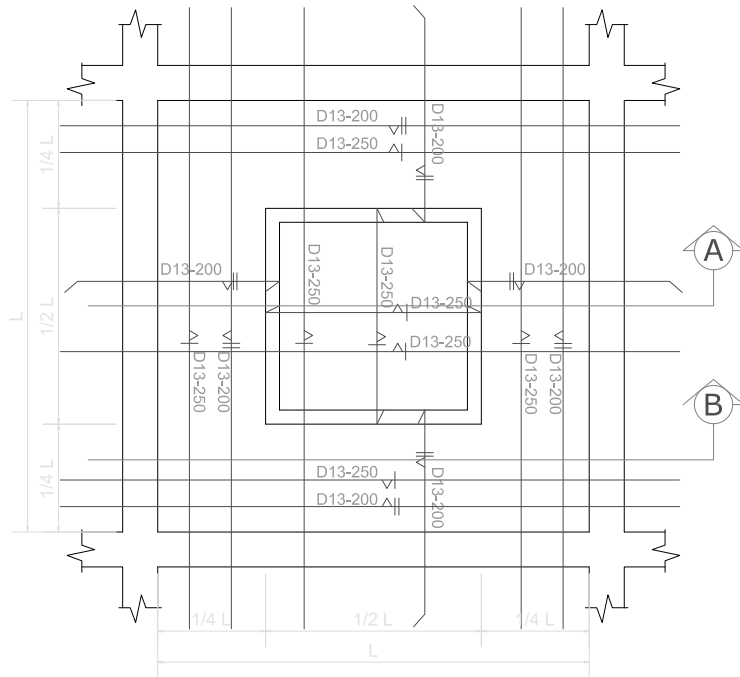
1 : NTS

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

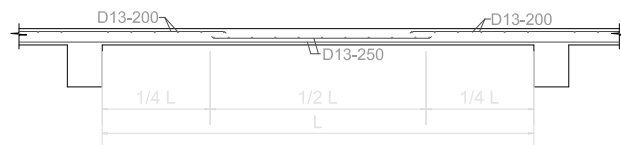
STR

10



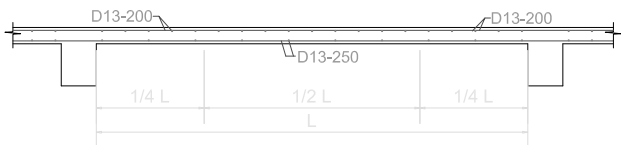
DETAIL DENAH PENULANGAN PELAT S1 (t=120 mm)

SKALA 1:NTS



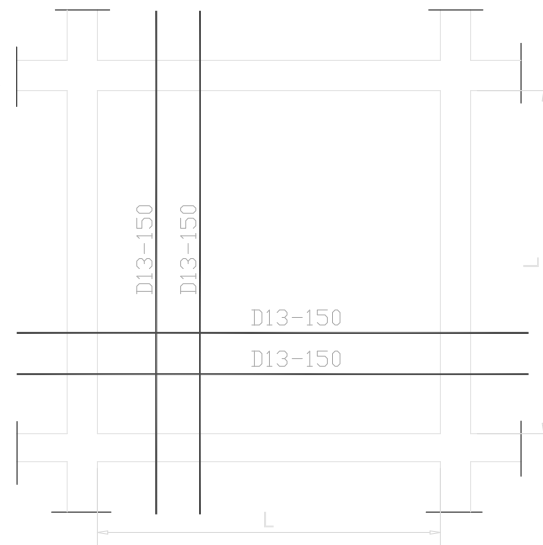
POTONGAN A PELAT S1 (t=120 mm)

SKALA 1:NTS



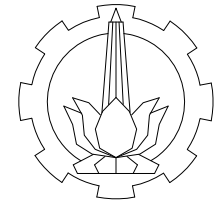
POTONGAN B PELAT S1 (t=120 mm)

SKALA 1:NTS



DETAIL TULANGAN PELAT TYPE S2 (t=170 mm)

SKALA 1:NTS



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL BALOK

SKALA

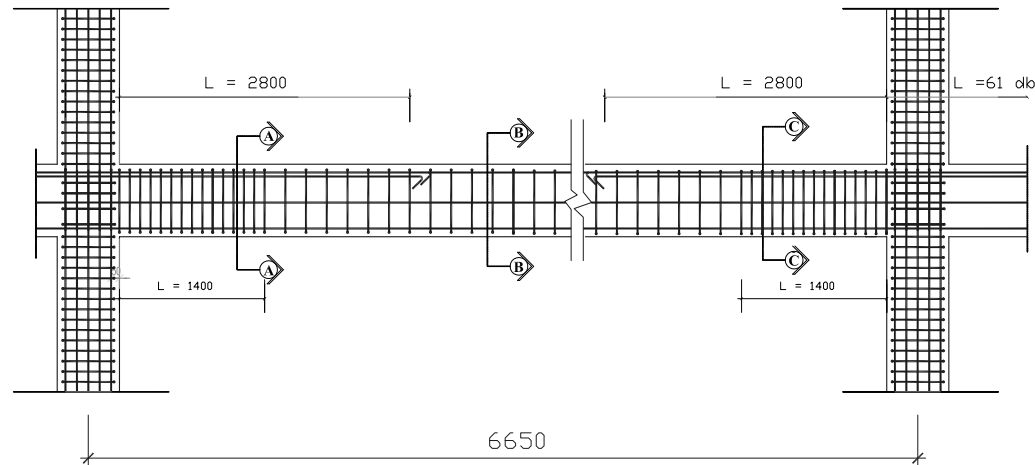
1 : 50

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

STR

11



Keterangan :

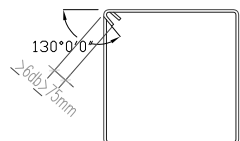
L = 61 db UNTUK MINIMUM LAP SPILCE TULANGAN MENERUS

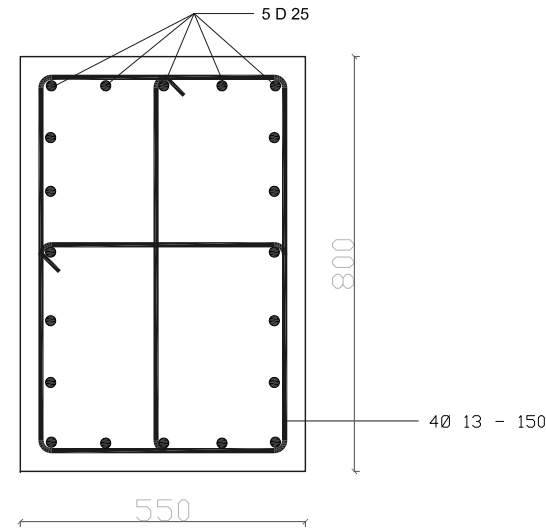
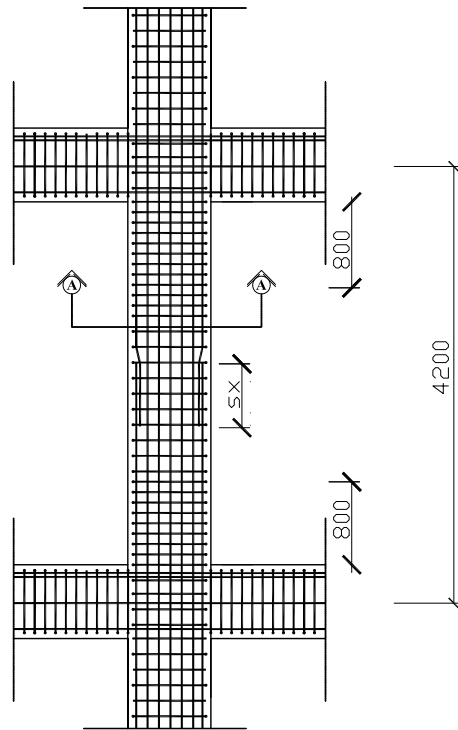
DETAIL BALOK 6,65m (AS 5I-61)
SKALA 1 : 100

POTONGAN TULANGAN BALOK

TYPE BALOK	A - A	B - B	C - C
POTONGAN			
TUL. ATAS	6 D 19	4 D 19	6 D 19
TUL. TENGAH	2 D 13	2 D 13	2 D 13
TUL. BAWAH	4 D 19	4 D 19	4 D 19
SENGKANG	Ø 10 - 100	Ø 10 - 200	Ø 10 - 100

Tulangan minimum lap splice		
f_y (MPa)	400	400
f_c (MPa)	30	25
D (mm)	19	19
l_{dh}	56db	61db

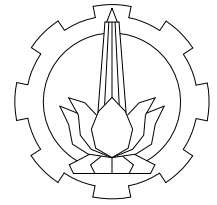
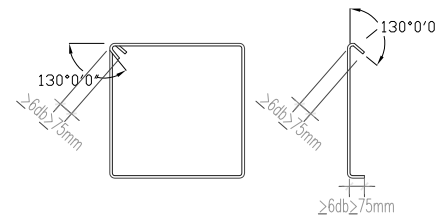




POTONGAN A-A
SKALA 1 : 20

DETAIL KOLOM Lt 2-3 As 8H
SKALA 1 : 50

Sambungan Tulangan (sx)		
f_y (MPa)	400	420
f_c (MPa)	30	30
D(mm)	25	25
ldh	29db	30db



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL KOLOM

SKALA

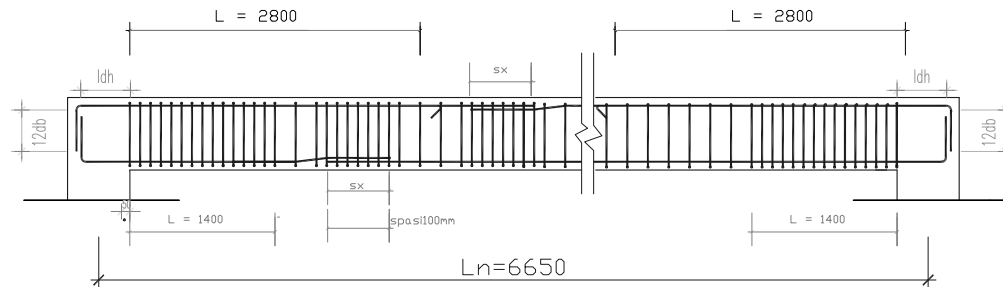
1 : 50

KODE GAMBAR

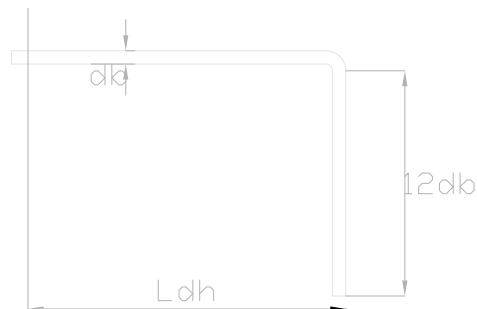
NO LEMBAR

STR

12



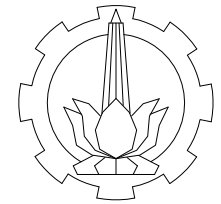
DETAIL PENYALURAN TULANGAN KAIT



STANDAR KAIT 90°

Sambungan Tulangan (sx)		
f_y (MPa)	400	400
f_c (MPa)	30	25
D(mm)	19	19
ldh	59db	65db

Tulangan ulir kait tarik(ldh)		
f_y (MPa)	400	400
f_c (MPa)	30	25
D(mm)	19	19
ldh	14db	15db



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN PENYALURAN

SKALA

1 : 50

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

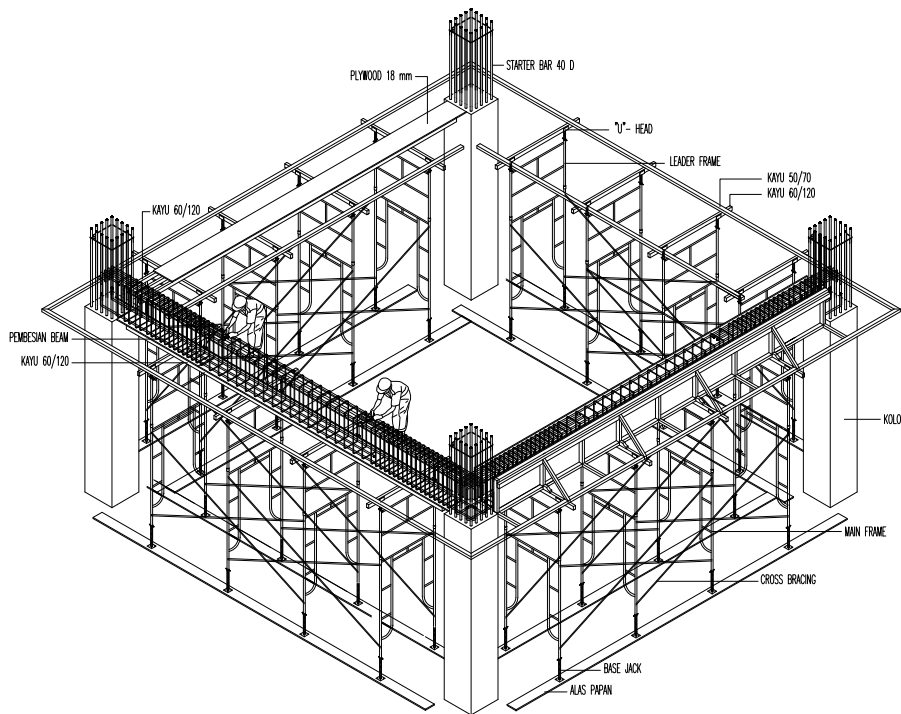
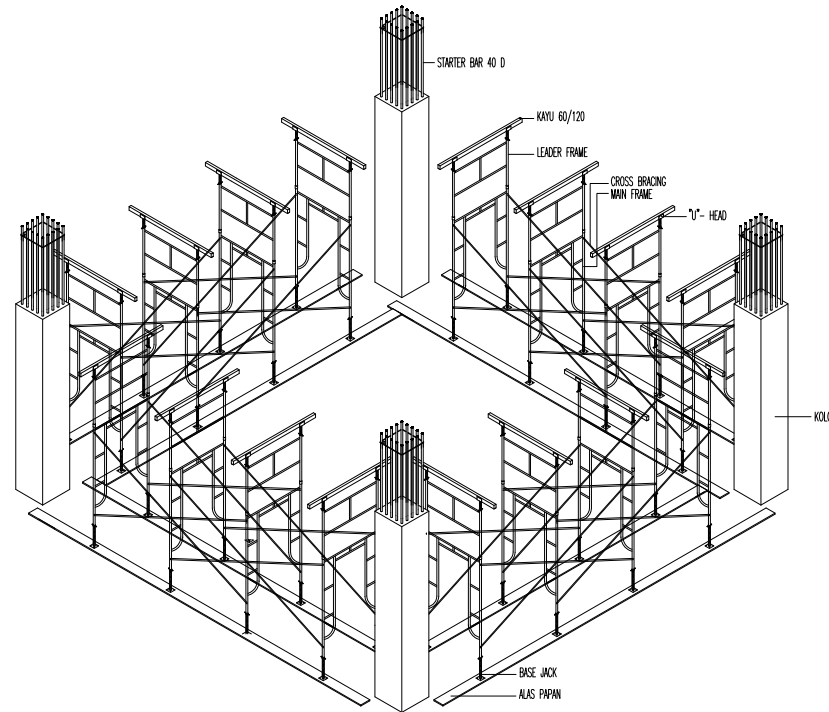
STR

13

METODE PEKERJAAN BEAM & SLAB

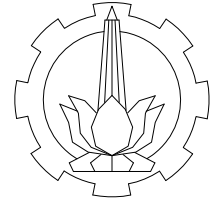
1. Pemasangan Support

- Setelah kolom dicor dilanjutkan dengan pemasangan perancah untuk beam
- Jarak perancah sesuai yang ditentukan / Shop Drawing
- Kombinasi perancah (main frame, leader frame) sesuai yang ditentukan
- U- Head, jack base, joint pin dan bracing dalam keadaan baik
- Pasang balok-balok dengan dimensi sesuai dengan shop drawing
- Tinggi perancah dan balok sesuai dengan Shop Drawing
- Kencangkan bracing-bracing perancah, U-Head dan Jack Base



2. Pemasangan Formwork dan Pembesian Beam

- Setelah perancah dan balok sudah terpasang dengan kuat, bodeman dapat dipasang dengan elevasi yang sudah ditentukan Surveyor berdasarkan Shop Drawing (Batas Stop Cor Kolom)
- Dimensi bodeman sesuai dengan Tie Beam / Shop Drawing
- Bodeman beam sudah terpasang, Install tulangan beam bisa dilaksanakan
- Jarak tulangan, dimensi tulangan, jumlah tulangan, jarak stirup dan dimensi tulangan stirup sesuai Shop Drawing
- Panjang lewatan, panjang stek serta pertemuan besi kolom dan beam sesuai Shop Drawing
- Setelah pembesian selesai maka dilanjutkan dengan pemasangan dinding formwork beam
- Tinggi dinding formwork beam sesuai Shop Drawing dimana elevasi ditentukan oleh Surveyor yaitu elevasi Bottom Slab



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

METODE PELAKSANAAN

SKALA


1 : N

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

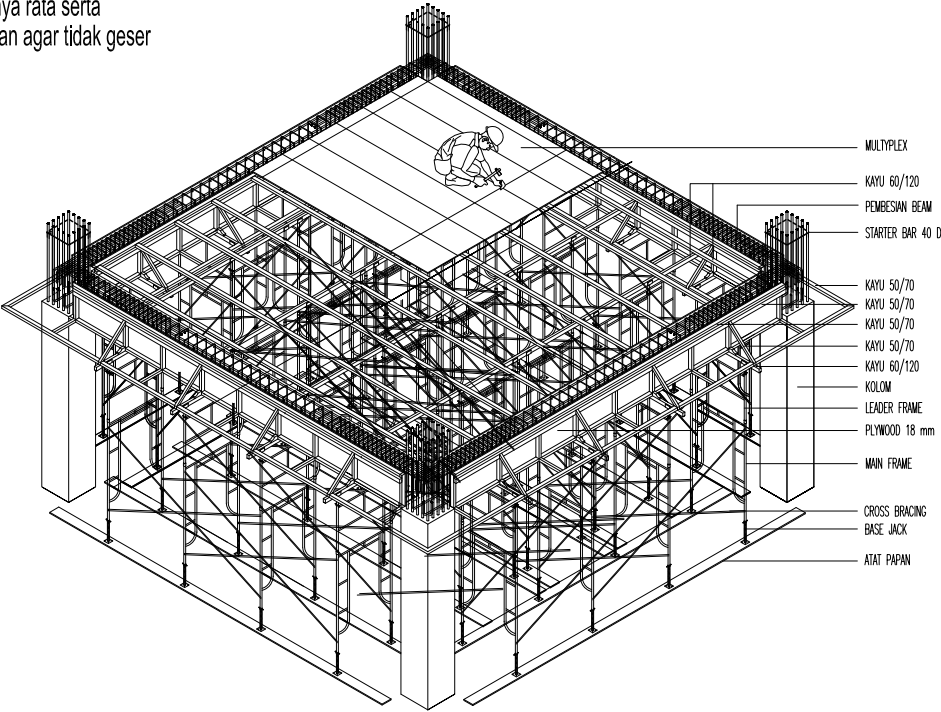
MP

01

 <p> INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG </p>	
JUDUL PROYEK AKHIR	
PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN	
DOSEN PEMBIMBING	
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D NIP. 19730710 199802 1 002 Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D NIP. 19630726 198903 1 003	
NAMA MAHASISWA	
Muhammad Ali Rofiq NRP : 3115040610	
KETERANGAN	
JUDUL GAMBAR	
METODE PELAKSANAAN	
SKALA	
1 : N	
KODE GAMBAR	NO LEMBAR
MP	02

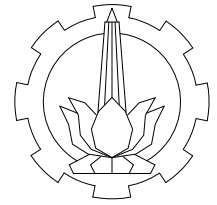
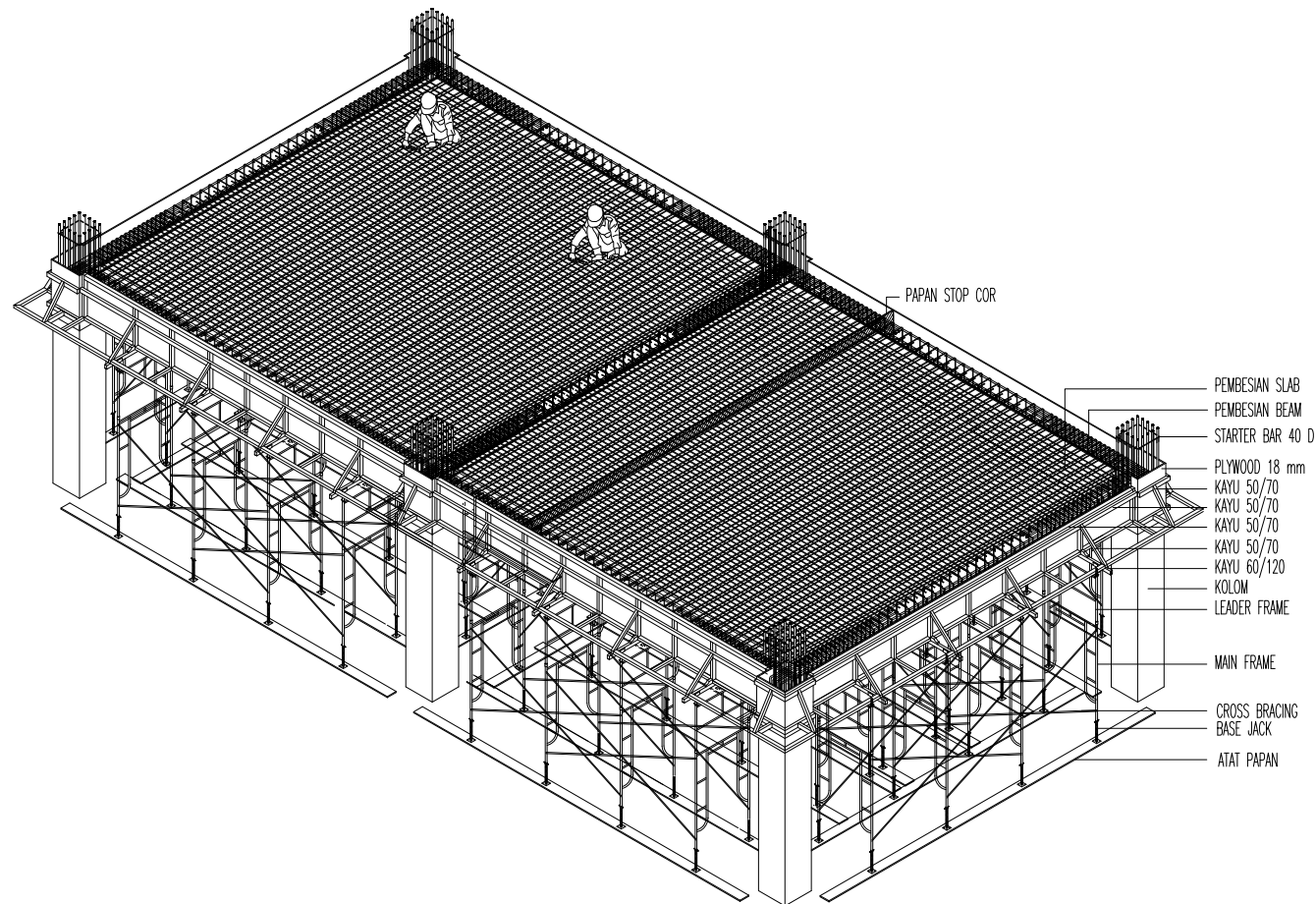
3. Pemasangan Bodeman Slab

- Setelah dinding formwork beam terpasang maka dipasang perkuatan-perkuatan dinding (balok-balok skur) dengan jarak sesuai Shop Drawing
- Dilanjutkan dengan pemasangan-pemasangan support untuk slab dengan jarak yang sudah ditentukan
- Tinggi support dan balok sesuai dengan elevasi Shop Drawing yang mana sudah ditentukan oleh supervisor yaitu Bottom Slab
- Dimensi balok sesuai yang ditentukan (Shop Drawing)
- Selanjutnya pemasangan multyplex untuk lantai dimana balok dan support sudah dikencangkan / kuat
- Ketebalan multyplex sesuai dengan Shop Drawing dan ukurannya sesuai yang diperiksa
- Sambungan harus rapat dan permukaannya rata serta pemakuan harus tepat pada balok tumpuan agar tidak geser



4. Pekerjaan Pembesian Bawah Slab

- Check jarak antar tulangan, dimensi, jumlah tulangan sesuai shop drawing
- Pasang papan stop cor
- Memperhatikan ruang untuk sengkang angkur
- Pasang Selongsong dan masukkan strand ke dalam selongsong
- Pasang angkur aktif dan angkur pasif
- Pasang sengkang angkur



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

METODE PELAKSANAAN

SKALA

1 : N

KODE GAMBAR

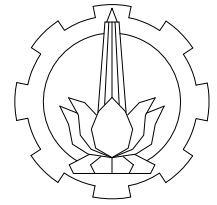
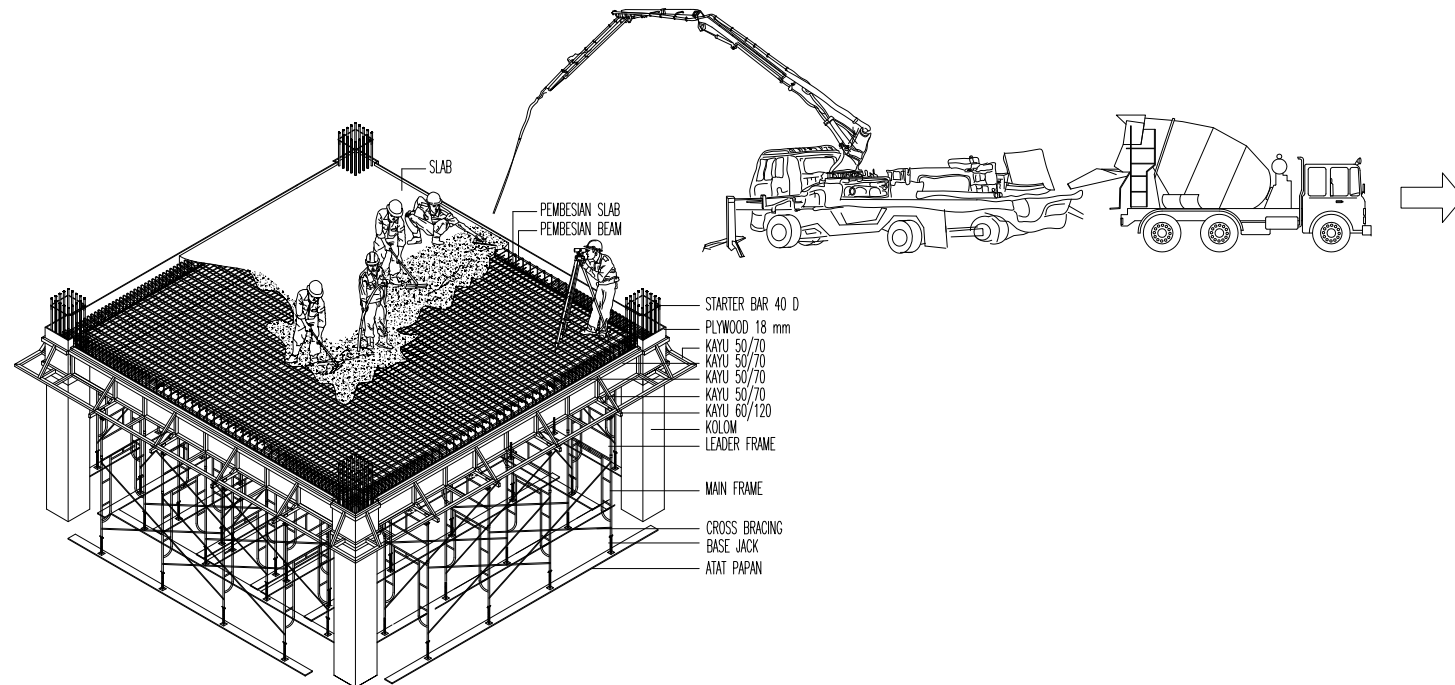
NO LEMBAR

MP

03

5. Pekerjaan Pengecoran Beam dan Slab

- Check kekuatan-perkuatan oleh safety baik formwork maupun balok-balok perkuatan
- Check pembesian sesuai dengan Shop Drawing
- Check Blok Out ME
- Pengambilan Sample Kubus
- Pengujian Slump Test di lapangan
- Gunakan Vibrator sesuai kebutuhan untuk pepadatan beton
- Permukaan beton harus dihaluskan baik dengan tenaga manusia atau Trowel
- Check elevasi batas cor



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

METODE PELAKSANAAN

SKALA

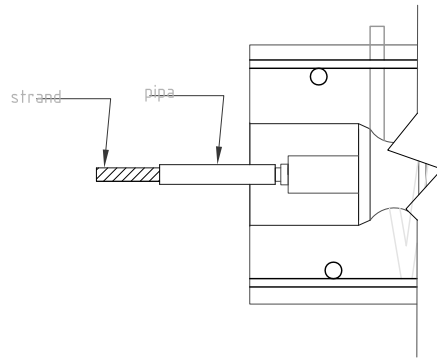
1 : N

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

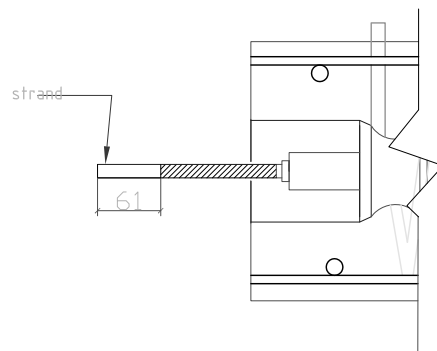
MP

04



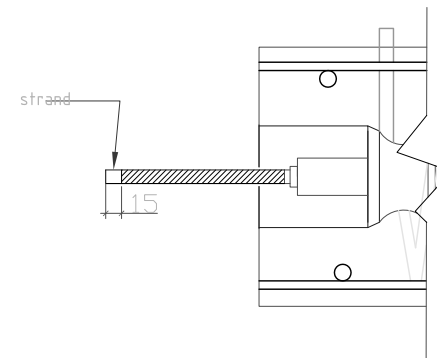
PERSIAPAN STRESSING

- Menandai rata panjang strand dengan pipa
- Menandai sisa panjang strand dengan cat



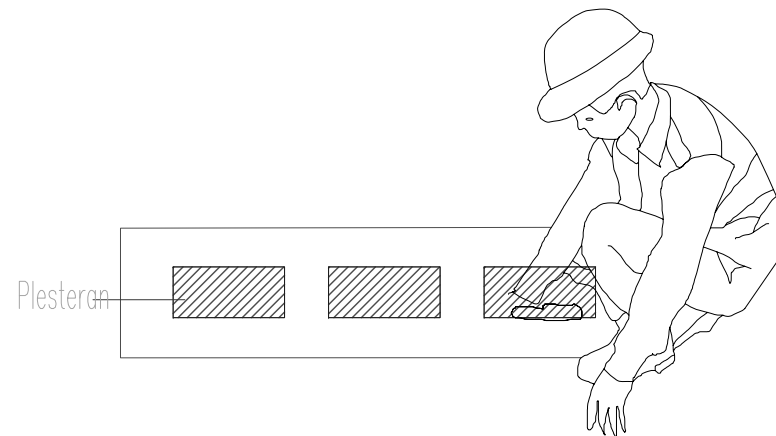
TARGET ELONGATION STRESSING 100 %

- Stressing dilakukan umur beton 14 hari
- Stressing dilakukan per 45 MPa (spesifikasi alat)
- Pencatatan tahap stressing dilakukan
- Stressing berhenti sampai perpanjangan 61 cm



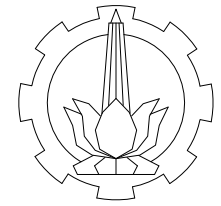
TARGET ELONGATION STRESSING 25 %

- Stressing dilakukan umur beton 5 hari
- Stressing dilakukan per 45 MPa (spesifikasi alat)
- Pencatatan tahap stressing dilakukan
- Stressing berhenti sampai perpanjangan 15 cm



PLESTERAN BEKAS ANGKUR AKTIF

- Plesteran dilakukan setelah stressing dan grouting selesai



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL ODUO WESTON HOTEL JAMBI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PLAT PRATEKAN

DOSEN PEMBIMBING

Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ali Rofiq
NRP : 3115040610

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

PEKERJAAN STRESSING PLAT

SKALA

1 : NTS

KODE GAMBAR

NO LEMBAR

MP

05